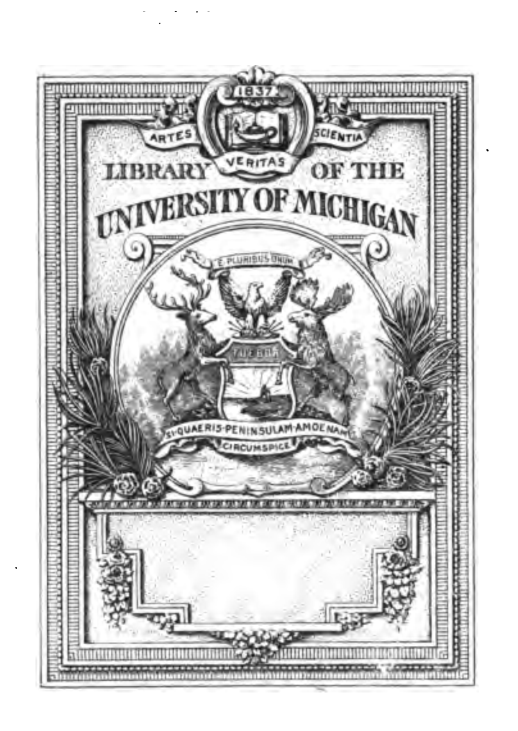

1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin
im Jahre 1890.

Neunter Jahrgang.

Herausgegeben

von

Arthur König.

Berlin.
Druck und Verlag von Georg Reimer.
1891.

Inhaltsverzeichniss*).

*) Ueber die mit einem * versehenen Vorträge ist kein Referat gegeben.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 10. Januar 1890.** Ausgegeben am 25. Februar 1890. **Nr. 1.**

Vorsitzender: Hr. A. Kundt.

Hr. **H. W. Vogel** sprach

Ueber Farbenwahrnehmungen.

Am 20. April 1888 nahm ich Gelegenheit einige Beobachtungen über Farbenwahrnehmungen der physikal. Gesellschaft experimentell vorzuführen (S. Jahrg. 7 No. 7). Das Experiment zeigte, dass bei monochromer Beleuchtung der Farbeneindruck einer Farbentafel ein äusserst geringer ist und sich mehr als Abstufungen von schwarz zu weiss je nach der Reflexionsfähigkeit der betreffenden Farbe für die angewendeten monochromen Strahlen, darstellt.

So ist es schon längst bekannt, dass im gelben Natriumlicht (dem hellsten monochromen Licht, welches wir bequem herstellen können) die gelben Pigmente weiss bis grau, die rothen ebenfalls grau, die grünen und blauen grau bis schwarz erscheinen.

Ich wies nun das Analoge für rothe, grüne und blaue Beleuchtung nach, d. h. in rother Beleuchtung erschienen die rothen Pigmente weiss, in grüner die grünen etc., so dass man also den Eindruck weiss empfindet, wo thatsächlich nur farbiges Licht vorhanden ist[1]). Aehnliche Beobachtungen sind in vereinzelten

[1]) Die Beobachtung dieser Erscheinung bei rothem, grünem und blauem Licht ist viel schwieriger als bei gelbem, weil man das gedachte monochrome Licht nur durch Filtration durch farbige Gläser resp. Flüssigkeiten herstellen kann und dadurch das Licht sehr erheblich geschwächt wird (s. a. a. O.). Daher kann man solche Experimente höchstens einem Zuschauerkreis von 12 Personen zeigen, jede Spur weissen Lichtes muss aber hierbei ausgeschlossen werden.

Fällen bereits früher gemacht worden. Schon MONGE erklärte, dass rothe Flächen durch ein rothes Glas betrachtet weiss erscheinen. AUBERT und LANDOLT erkannten farbige Flächen bei sehr verminderter weisser Beleuchtung als farblos (a. a. O.) und H. F. WEBER nennt das schwache durch das Spektroscop beobachtete grüne Licht, welches Körper bei anfangendem Glühen zuerst ausstrahlen, grau. Er sagt gespenstergrau. Ob das richtig ist, weiss ich nicht, da ich noch kein Gespenst gesehen habe.

Die gedachten Experimente unternahm ich nicht aus theoretischen Gründen, sondern in Folge sehr augenfälliger Thatsachen. Auf der Gewerbeausstellung in Nürnberg hatte ein Ultramarinfabrikant für seine Erzeugnisse einen besonderen Glaspavillon gebaut und diesen in dem Glauben, im blauen Licht müssten seine blauen Ultramarine am schönsten hervortreten, ganz mit blauem Glase eingefasst. Zur allgemeinen Verwunderung erschienen aber die blauen Pigmente in der blauen Beleuchtung nicht brillanter blau, sondern im Gegentheil mehr grau. Um Erklärung befragt, erinnerte ich sofort an das Experiment der Beleuchtung einer Farbentafel mit Natronlicht, bei welchem gelbe und rothe Pigmente auch nicht gelb erscheinen, sondern weiss oder grau.

Eine andre Thatsache fiel mir bei Einführung des elektrischen Lichts zur Beleuchtung von Kunstausstellungen auf. Lichtgrüne Gemälde mit Wiesen oder Bäumen erscheinen bei diesem Licht auffallend grünlich-weiss, so dass die Maler klagten, ihre Farben verlören Abends an Brillanz und doch enthält das elektrische Licht im Verhältniss mehr grüngelbe Strahlen als das Tageslicht.

Eine dritte Thatsache, die ich seit Jahren täglich bei meinen militärischen Schülern beobachten kann, ist die, dass das Roth der preussischen Uniformkragen in der roth beleuchteten photographischen Dunkelkammer nicht roth sondern hellgrau erscheint. Selbst weisse Tücher wurden von allen von mir befragten Personen, bei dieser Beleuchtung für weiss gehalten, obgleich sie nur rothes Licht reflektiren. Eine vierte allgemein bekannte Thatsache ist, dass gelbe Pigmente bei gelblichem Lampenlicht viel weisslicher erscheinen als am Tage. Gold-

stücke erscheinen bei gelbem Lampenlicht hell wie Silber und sind dann oft mit letzterem verwechselt worden.

Ich erklärte auf Grund dieser Thatsachen und meiner a. a. O. beschriebenen Versuche, dass der Farbeneindruck eines Pigments keineswegs zu Stande kommt, wenn man es mit dem monochromen Lichte beleuchtet, das von dem Pigment am besten zurückgeworfen wird und dass die weitverbreitete Anschauung, ein Pigment müsse in derjenigen Beleuchtung am brillantesten erscheinen, welche am reichsten an den von dem Pigment hauptsächlich reflektirten Strahlen ist, ein Irrthum ist.

Des Weiteren wies ich a. a. O. nach, dass der bei monochromen Licht fehlende Farbeneindruck zu Stande kommt, wenn man zu der Beleuchtung ein zweites monochromes Licht fügt, dessen Wellenlänge etwas kleiner ist, als die Wellenlänge der sogenannten Complementärfarben. So trat der Eindruck Roth bei rothem Pigment und rother Beleuchtung (Kupferoxydulglaslicht) erst hervor, wenn ich grünes Licht (filtrirt durch Chromglasscheibe) hinzufügte, der Eindruck gelb bei gelbem Pigment und Natronlicht, wenn blaues Licht hinzuaddirt wurde etc. etc.

Ich habe mich nur auf Mittheilung dieser für die Beleuchtungspraxis wichtigen Thatsachen beschränkt, ohne weiter danach zu fragen, in wie weit Contrasterscheinungen im Spiel sind, in wie weit ferner die Erscheinungen sich den gegebenen Farbentheorien anbequemen oder nicht.

Von anderer Seite hat man aber die Sache nicht vom praktischen, sondern vom theoretischen Gesichtspunkte aufgefasst und auch die Thatsache selbst zum Theil beanstandet. Hr. Kundt erklärte, entgegen der Aussage von Dove, Roscoe, von Bezold etc., dass er gelbe Pigmente bei Natronbeleuchtung dennoch gelb sehe. Ich habe darauf hin eine ganze Reihe von Beobachtern bei diesen Experimenten zugezogen und nur noch einen gefunden, der Kundt's Beobachtung bestätigt, nämlich Dr. Zenker. Ich habe aber auch das Experiment modificirt und dabei konstatirt, dass wenn man farbige Papiere statt auf weissen auf schwarzen Grund klebt, bei monochromem Licht ein

schwacher farbiger Eindruck merkbar ist. Am deutlichsten ist derselbe, wenn man das monochrom beleuchtete Pigment durch eine schwarze Röhre betrachtet, wie v. HELMHOLTZ für Contrastexperimente empfohlen hat.

Sieht man der Art bei gelbem Licht die gelben und rothen Pigmente an, so erscheinen beide gelblich, bei rothem Licht beide röthlich.

Aber dieser Farbeneindruck ist schwach und unbedeutend gegenüber dem Farbeneindruck, welchen dieselben Pigmente bei Tage oder bei gutgewählter (a. a. O.) dichromer Beleuchtung machen.

In der Praxis nun, im Kunstgewerbe und in der Kunst sehen wir die einzelnen Farben nicht durch eine schwarze Röhre an, auch nicht vor einem schwarzen Hintergrunde. Wir haben demnach umso mehr mit dem Einfluss farbiger Beleuchtung zu rechnen und den Punkt zu beherzigen, dass grosser Ueberschuss an gewissen einfarbigen Strahlen den Farbeneffekt gleichfarbiger Pigmenten nicht vermehrt, sondern vermindert.

Vom theoretischen Standpunkte aus dürfte nun zunächst die Thatsache von Interesse sein, dass wir Weiss empfinden, wo in der That farbiges Licht vorhanden ist.

Der Eindruck Weiss kommt überhaupt unter mannigfachen Umständen zu Stande z. B. 1) wenn sämmtliche Spektralfarbenstrahlen gemischt werden 2) wenn man zwei einander komplementär farbige Strahlengattungen mischt (v. HELMHOLTZ, KÖNIG, DIETERICI[1]). So giebt nach VON HELMHOLTZ

Roth	λ 656,2	und	Grünblau λ	492,1
Goldgelb	585,3	-	Blau	485,4
Gelb	567,1	-	Indigoblau	464,5
Grüngelb	563,6	-	Violett	433

[1]) H. VON HELMHOLTZ sagte bereits 1851 POGG. Ann. Bd. 87 p. 66, Weiss kann auf unendlich verschiedene Weise dargestellt werden, ohne dass das Auge ein Weiss von dem andern zu unterscheiden vermöchte. Wir erhielten es z. B. aus einfachem Gelb und Blau, aus einfachem Roth, Grün und Violet oder aus diesen fünf einfachen Farben zusammengenommen und ausserdem aus den mannigfaltigsten complicirtesten Combinationen.

den Eindruck Weiss; 3) wenn farbige Stoffe von gleichfarbigem monochromem Licht beleuchtet werden, 4) noch in anderer oben angedeuteter Weise. Wir sind demnach gar nicht in der Lage den Begriff Weiss streng zu definiren und daher rühren zahlreiche Farbenirrthümer.

Nur im Gebiet des Geschmacksinns begegnen wir ähnlichen Confusionen: die heterogensten Stoffe: Zucker, Sacharin, Glycerin, eine Auflösung von Silbersalz in unterschwefligsaurem Natron bezeichnen wir alle als süss.

Es muss bemerkt werden, dass die photographische Netzhaut darin der natürlichen voraus ist, diese findet zwischen den beiden Sorten Weiss:

Roth + Grünblau
Gelb + Indigoblau

ganz prägnante Unterschiede. Die erste Combination wirkt auf gewöhnliche photographische Platten sehr schlecht, die andere sehr gut.

Nun hat man die von mir beobachtete Thatsache, dass der farblose oder fast farblose Eindruck einer Farbentafel in monochromem Licht durch Hinzutritt eines anderen passenden monochromen Lichts sich in einen deutlichen Farbeneindruck verwandelt durch die herkömmliche Anschauung über Contrastfarben erklären wollen.

Ich fand, dass die in rothem Licht weiss bis grau erscheinenden rothen und gelben Pigmente beim Zutritt von blauem Licht gelb (auf schwarzem Grunde röthlichgelb) erscheinen und man suchte dieses daraus zu erklären, dass durch das hinzutretende Blau die Contrastfarbe Gelb hervorgerufen würde. Diese Anschauung ist aber schon in sofern unrichtig, als der weisse Grund der Farbentafel bei Anwendung von rothem und blauem Licht schön rosa erscheint und die Contrastfarbe zu diesem Rosa grün ist, somit müsste durch Contrast ein grüner Ton entstehen; statt dessen erscheinen die rothen und gelben Pigmente in gedachter Beleuchtung gelb.

Auch die versuchte Erklärung, dass das Complementärgrün sich mit dem reflektirten Roth zu Weiss mische, reicht nicht aus,

denn sie erklärt nicht den gelben bis rothgelben Ton, in welchen die rothen und gelben Pigmente unter gedachten Umständen erscheinen.

Ueberhaupt ist man mit der Erklärung durch Contrastfarben oft etwas eilfertig bei der Hand. Meistens erscheinen dieselben (subjecktiv) nur, wenn weisses Licht vorhanden ist. Dieses war aber bei meinen Versuchen ganz ausgeschlossen. Dann aber hat man sich daran gewöhnt dieselben als etwas festes anzusehen. So sagt man, zu dunkelroth λ 656 sei die Contrastfarbe Grünblau λ 492, zu Goldgelb Natronlinie λ 589 Grünblau λ 486. Es lässt sich aber leicht zeigen, dass diese Contrastfarbe zu einer gegebenen Farbe nicht die einzige ist.

Man schneide aus einem Spektrum z. B. die Strahlen der Wellenlänge 589 heraus, so wird offenbar die Mischung der übrigen Strahlen die Complementärfarbe zu 589 darstellen. Diese Mischung wird aber, da nur ein sehr schmaler Theil des Spektrums fehlt, so gut wie weiss ausfallen, demnach ganz bestimmt verschieden an der oben angegebenen grünblauen Complementären 486. Aehnliches gilt für andre schmale Streifen einfach farbigen Spektrallichts. Danach haben also die verschiedenen einfachen Farben mehr als eine Complementäre und die eine davon ist Weiss.

Dass dem wirklich so ist, beweisen natürliche Beispiele.

Jede Flüssigkeit ist complementär zu der Farbe des von ihr absorbirten Lichts. So ist Cyaninblau complementär zu dem von ihm absorbirten Gelb, Fuchsin complementär zu dem von ihm absorbirten Gelbgrün. Haben aber Flüssigkeiten sehr enge Absorptionsstreifen, so muss ihre Farbe nach obiger Erörterung weiss oder doch wenig von Weiss verschieden sein. Das ist faktisch der Fall bei Dydimlösungen und Erbinlösungen. In starker Schicht haben dieselben eine leichte Rosafarbe, dann sind aber auch die engen Absorptionsstreifen breit geworden.

Es ist zweifellos, dass eine einfache Spektralfarbe noch andre Complementäre hat. Hr. v. Helmholtz hat durch Mischungen dreier Spektralfarben weiss hergestellt (siehe pag. 4 Bemerkung) und danach ist es sicher, dass die oben erwähnten

Farben-Strahlen als Complementäre nicht nur die angegebenen einfachen Farben sondern auch Paare einfacher Farben haben, so dass man zu mindestens drei Complementären für einer gegebenen einfachen Spektrum-Farbe gelangt. Ja noch mehr nach v. Helmholtz ist zu Gelb nicht blos Blau, sondern auch ein Gemenge von Blau, Roth, Grün und Violet complementär (a. a. O.).

Bei Pigmenten hängt die Contrastfarbe sehr wesentlich von der Beleuchtung ab, sie fällt schon bei Lampenlicht anders aus als bei Tageslicht, wie die Meyer'schen Versuche mit grauen Ringen zeigen.

Macht man diese Versuche aber bei monochromem Licht, so bemerkt man von Contrastfarbe überhaupt nichts. Beleuchtet man eine Rosafläche (Fuchsin), die bei Tage ausgezeichnet grüne Contrastfarbe giebt, mit rothem und blauem Licht so erscheint als Contrastfarbe bei Meyer's Versuch der Ring nicht grün, sondern blau. Die Tabelle über Contrastfarben, wie man sie in vielen Büchern über Farbenlehre findet und wie man sie sogar im Farbendruck zusammenstellt, haben demnach nur einen sehr einseitigen Werth und dürfen keineswegs als Erklärung für alle Fälle herangezogen werden.

Die Farbenwahrnehmungen, welche ich a. a. O. beobachtet und beschrieben habe, sind nun in der That ebenfalls Contrasterscheinungen. Ich werde später Gelegenheit nehmen zu erörtern, in wie weit sie sich durch die jetzt herrschende Farbenwahrnehmungstheorie erklären lassen.

Auf einen Punkt möchte ich aber noch hinweisen, das ist die Rolle des Spektrumvioletts in der Welt der Pigmentfarben.

Ich habe anfangs geglaubt, dass das brillanteste Violet: das Methylviolet seine Farbe z. Th. dem Spektralviolet verdanke; dass ist aber nicht der Fall. Betrachtet man Methylviolet durch ein Spektroscop, so erkennt man, dass es einen breiten Absorptionsstreifen auf *D* hat, der sich ins Grün fortsetzt, dass dagegen Roth und Blau fast ungeschwächt hindurchgehen. Sieht man dasselbe Methylviolet durch eine Lösung von Kupferoxydammoniak an, welche das rothe Licht absorbirt, das blaue und violette aber hindurchgehen lässt, so erscheint der Farbstoff rein blau;

ein Beweis, dass seine Nüance Violet nur durch Mischung von Blau und Roth zu Stande kommt.

In der That spielt das Spektrumviolet in der Welt der Pigmentfarben gar keine Rolle.

Aber selbst bei manchem farbigem violettem Licht wirkt das Spektrumviolet so gut wie gar nicht mit. Ganz auffallend in dieser Beziehung ist das prachtvolle violette Stickstofflicht einer GEISSLER'röhre, welches im Spektrum neben rothem und grünem ausgezeichnet blaue und violette Streifen zeigt.

Betrachtet man diese durch Kupferoxydammoniaklösung, so erscheint sie ebenfalls rein blau, obgleich die violetten Strahlen durch die Lösung nicht abgehalten werden.

Somit verdankt auch die Stickstoffröhre ihr Violet der Mischung von blauen und rothen Strahlen.

Dass der Farbeneindruck Violet auch zu Stande kommt, wenn zu blauem Licht weisses gemischt wird, ist bekannt. Am auffallendsten zeigt sich dieses bei der BALMAIN'scher Leuchtfarbe. Diese leuchtet im Dunklen blau, bei Zutritt von Tageslicht aber violet.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 24. Januar 1890.** Nr. 2.
Ausgegeben am 15. März 1890.

Vorsitzender: Hr. A. Kundt.

Der Vorsitzende theilt mit, dass am 14. Januar zu Logelbach bei Colmar i. E.

G. A. Hirn

gestorben sei, und erinnert an die Verdienste, die sich der Hingeschiedene um die Entwicklung der mechanischen Wärmetheorie erworben hat, sowie an die Beziehungen, in die er dadurch zur Physikalischen Gesellschaft trat, dass von ihm die einzige Arbeit zur Bewerbung um die im Jahre 1855 von der Gesellschaft gestellte Preisaufgabe eingereicht wurde, für welche Arbeit ihm auch der ausgesetzte Geldpreis zuerkannt wurde [1]).

Die Anwesenden erheben sich zum ehrenden Angedenken des Verstorbenen von ihren Sitzen.

Hr. **A. Leman** (a. G.) sprach darauf über die von der Physikalisch-technischen Reichsanstalt angewandten

Methoden zur absoluten Bestimmung der Schwingungszahlen von Normalstimmgabeln.

Der Mittheilung liegt ein vom Vortragenden erstatteter amtlicher Bericht zu Grunde, welcher demnächst an anderem Orte

[1]) Siehe Fortschritte der Physik für 1855. S. XIV—XXVIII. Berlin 1858. Georg Reimer.

vollständig publicirt werden wird, weshalb hier eine kurze Uebersicht über das sehr umfangreiche Material genügen dürfte.

Der Reichsanstalt erwuchs die Aufgabe, für die Prüfung und Beglaubigung von Musikstimmgabeln, welche den von der Wiener internationalen Stimmtonconferenz im November 1885 gefassten Beschlüssen entsprechend bei 15° C. 435 einfache Schwingungen machen sollen, Normalstimmgabeln zu beschaffen. Eine derselben wurde von Rud. König in Paris bezogen, eine zweite, bei welcher einzelne an der ersten entdeckte Mängel beseitigt worden sind, ist in der eigenen Werkstatt der Reichsanstalt hergestellt worden. Beide wurden der Versammlung vorgelegt und daran die Besprechung über die Massnahmen zur absoluten Zählung ihrer Schwingungen geknüpft.

Der Vortragende wies auf die eigenthümlichen Schwierigkeiten hin, welchen diese Aufgabe aus zwei Ursachen begegnet. Einerseits darf die zu untersuchende Gabel selbst nicht mit irgend einer Zählvorrichtung in unmittelbare Verbindung gesetzt werden, andrerseits ist eine genaue Messung ihrer Temperatur bis auf kleine Bruchtheile eines Grades erforderlich. Beide Umstände zusammengenommen, namentlich aber der erste, nöthigen dazu, einen indirecten Weg zu beschreiten, indem man absolut nur die zeitweilige Schwingungszahl eines geeigneten, mit der Zählvorrichtung in Verbindung stehenden Hilfskörpers, zur selben Zeit aber auch das genaue Verhältniss bestimmt, in welchem diese nur während der Dauer des Versuches giltige Schwingungszahl zu der der eigentlich zu prüfenden Normalstimmgabel steht. Der schwingende Hilfskörper, Stimmgabel, Feder oder dergl. kann auch durch eine rotirende, stroboskopische oder Sirenenscheibe, gezahntes Rad u. s. w. ersetzt werden, wobei dann die Anzahl der in der Secunde eine feste Marke passirenden Schlitze, Löcher, Zähne, an Stelle der Schwingungszahl tritt. Die Ermittelung des Verhältnisses der beiden in Betracht kommenden Schwingungszahlen läuft, da eine genäherte Kenntniss desselben stets vorausgesetzt werden kann, jederzeit auf eine Differenzbestimmung hinaus, für deren Ausführung drei verschiedene Wege, zwei optische und ein akustischer zur Verfügung stehen.

Der Vortragende trat darauf in eine kritisirende Besprechung der verschiedenen bislang in Vorschlag, bezw. Anwendung gebrachten Methoden ein, betreffs deren hier auf die ausführliche Veröffentlichung verwiesen werden muss. Bei der Auswahl unter den davon als völlig einwandfrei zu bezeichnenden liess die Rücksicht auf die zweite der eingangs erwähnten Schwierigkeiten, die Temperaturbestimmung, es vortheilhaft erscheinen, nur solche zu verwenden, welche die Differenzbestimmung auf akustischem Wege gestatten. Letztere beruht dann auf der Zählung von Schwebungen; ihre Genauigkeit kann durch Registrirung auf einem Chronographen leicht soweit gesteigert werden, dass sie den aus anderen Fehlerquellen, namentlich bei der Temperaturmessung entspringenden Unsicherheiten gegenüber bereits überflüssig hoch erscheint. Die zu prüfende Gabel schwingt während der Zählung im Inneren eines Thermostaten, dessen Einrichtung vorgeführt wurde. Derselbe enthält gleichzeitig ein Bad von Quecksilber, in welchem die Gabel bis unmittelbar vor Beginn des Versuches untergetaucht erhalten und dessen Temperatur gemessen wird.

Um eine vollkommen unabhängige Controle zu erhalten, wurden zwei wesentlich verschiedene Methoden ausgewählt, die graphische und diejenige mittels des phonischen Rades von Lacour. Auf letztere, weniger allgemein bekannte, ging Vortragender unter Demonstration der Einrichtungen und Apparate näher ein, erläuterte zunächst den Gang der Beobachtungen und darauf die Art der rechnerischen Auswerthung der ebenfalls durch automatische Registrirung der Umgänge des phonischen Rades auf dem Chronographen erhaltenen Zahlenwerthe. Er gab dabei die Grösse des à priori zu erwartenden wahrscheinlichen Fehlers einer Einzelbestimmung an und theilte Einiges über die praktischen Erfahrungen bei Anwendung dieser Methode mit. Das Verhältniss der thatsächlich erreichten Genauigkeit zu der theoretisch vorausbestimmten ist ein sehr günstiges, als Mittel aus 12 Einzelbestimmungen ging für die Schwingungszahl der König'schen Gabel bei 15° der Werth 435,200 mit dem wahrscheinlichen Fehler $\pm$ 0,005 hervor.

Hieran schloss sich eine kürzer gefasste Besprechung der wesentlichen Grundzüge der graphischen Methode, welche, mechanisch mit möglichster Exactheit ausgestattet, die vorige hinsichtlich der theoretisch zu erlangenden Genauigkeit erheblich überwiegt, dafür aber auch eine viel stärkere Empfindlichkeit gegen äussere Störungen aufweist und ausserdem, des sehr mühsamen und zeitraubenden Auszählens der einzelnen Schwingungen wegen, einen beträchtlich grösseren Arbeitsaufwand erfordert. Das Mittel aus drei Einzelbestimmungen gab hier für die Schwingungszahl derselben Gabel bei 15° C.: 435,192 ± 0,004. Die fast vollkommene Uebereinstimmung der Resultate beider verschiedenen Methoden bürgt dafür, dass dieselben als frei von systematischen Fehlern angesehen werden können. Der Verfertiger dieser Stimmgabel hatte bei der Lieferung ihre Schwingungszahl als genau gleich 435 bis 20° C. bezeichnet. Seiner Bestimmung liegt die von ihm in WIEDEMANN's Annalen N. F. IX. 394ff. beschriebene Methode mittels seiner Stimmgabeluhr zu Grunde. Durch Reduction mit dem der Gabel eigenthümlichen Temperaturcoefficienten erhält man hieraus für 15° C.: 435,235. Auch diese Zahl kann als mit den obigen in genügender Uebereinstimmung betrachtet werden, um so eher, als eine Angabe über ihre mögliche Unsicherheit nicht gemacht wurde.

Zum Schlusse seiner, leider auf etwas knappe Zeit zusammengedrängten, Mittheilungen führte der Vortragende noch zwei aus jener Normalgabel abgeleitete, sogenannte Differenzgabeln vor, mit deren Hilfe die Prüfung bezw. Abstimmung einer dritten Stimmgabel auf genau 435 Schwingungen ausgeführt werden kann, ohne dabei Schwebungen nach der Uhr auszählen, bezw. auf das musikalische Gehör recurriren zu müssen. Die beiden Differenzgabeln sind auf die Schwingungszahlen 433,5 bezw. 436,5 bei 15° abgestimmt. Die dritte, näherungsweise richtige Stimmgabel wird dann, wenn sie mit der einen Differenzgabel gleichzeitig zum Tönen gebracht wird, im Allgemeinen eine andere Anzahl von Schwebungen pro Secunde ergeben, als mit der anderen Differenzgabel und nur dann in beiden Fällen gleichviel, nämlich 1,5, wenn ihre Schwingungszahl gerade gleich

435,0 ist. Man kann somit aus dem blossen Unterschiede der Tempi, in denen die Schwebungen aufeinander folgen, erkennen, ob die Schwingungszahl der dritten Gabel dem Mittel der der beiden Differenzgabeln näher oder ferner steht, sich innerhalb oder ausserhalb des Intervalles von drei Schwingungen zwischen den letzteren befindet und ausserdem auch sogleich entscheiden, ob sie zu gross oder zu klein ist. Für derartige Tempodifferenzen ist auch das musikalisch ungeübteste Ohr ausserodentlich empfindlich; durch das beschriebene Mittel war es allein möglich, die Berichtigung der in der ersten Zeit in sehr grosser Menge einlaufenden Stimmgabeln einem Gehilfen der mechanischen Werkstatt der Reichsanstalt zu übertragen.

Hr. **M. Eschenhagen** (als Gast anwesend) zeigte

drei Curven, welche die Variationen der drei erdmagnetischen Elemente im Laufe eines Tages darstellen.

Diese Curven wurden von dem Vortragenden im magnetischen Observatorium zu Potsdam, einer Abtheilung des Königlichen Meteorologischen Instituts zu Berlin gewonnen.

Das genannte Observatorium ist im Jahre 1888/89 nach einem Plane erbaut worden, welcher unter Anlehnung an das Observatorium von Park St. Maur bei Paris nach den Angaben des Directors des Meteorologischen Instituts, Hrn. W. von Bezold aufgestellt wurde, und welcher die beiden Räume für Variations- und für absolute Messungen in einem Haus vereinigte. Der Zweck dieser Anordnung ist, eine genügende Ventilation der unterirdischen, den Variationsmessungen dienenden Räume zu ermöglichen. Schutz gegen Temperaturschwankungen, und gute Tageslichtbeleuchtung waren weitere Erfordernisse des Baues, der mit grosser Vorsicht unter Ausschluss eisenhaltiger Baumaterialien in einiger Entfernung von dem astrophysikalischen Observatorium auf dem Telegraphenberge bei Potsdam aufgeführt wurde. Die instrumentelle Einrichtung war Ende 1889 so weit beendet, dass das neue Jahrzehnt mit einer kontinuirlichen Reihe von Beobachtungen begonnen werden konnte.

Dieselben bestehen aus absoluten Messungen und Variationsbeobachtungen. Für letztere wurden Instrumente Wild-Edelmann'scher und Mascart'scher Construction benutzt, von denen die einen für Beobachtungen mit directer Ablesung, die anderen für photographische Registrirung bestimmt sind. Man wählte hierfür das Mascart'sche System, weil die kleinen Magnetnadeln desselben auch die kleinsten Schwankungen wiederzugeben geeignet sind. Dieser Apparat für photographische Registrirung wurde von Wanschaff-Berlin unter Anlehnung an das Kew'-Modell gebaut. Er enthält 4 Walzen, die durch ein in der Mitte liegendes Uhrwerk täglich einmal umgedreht werden. Ueber der Uhr befindet sich in einer Röhre die Lampe, welche durch entsprechende Spaltöffnungen Lichtstrahlen nach den Spiegeln der Variationsapparate sendet. Nach geeigneter Concentration durch Linsen kehren dieselben zu den mit Bromsilbergelatinepapier belegten Walzen zurück, wo sie auf jeder Walze je zwei Punkte erzeugen. Der eine, feste, rührt von dem festen Spiegel des Instruments her, und zeichnet bei der Drehung der Walze gerade, durch stündliche Zeitmarken unterbrochene Linien, während der zweite, bewegliche Punkt von dem Spiegel herrührt, welcher mit dem Magneten fest verbunden ist; seine Entfernung von dem festen Punkt, also die Ordinate der beschriebenen Curve, die auf den vorliegenden Blättern eine besondere Feinheit und Schärfe der Zeichnung aufweist, giebt das Maass für die Schwankungen des betreffenden erdmagnetischen Elements. Beträchtliche magnetische Störungen sind, seit der Apparat in Thätigkeit ist, noch nicht vorgekommen.

Hr. **A. Kundt** legte darauf

Quarzfäden

vor, welche Herr Weinhold in Chemnitz angefertigt und ihm zugesandt hat und berichtet über einige Versuche, die derselbe mit einer kleinen an einem solchen Quarzfaden aufgehängten Drehwage zur Bestimmung der Gravitationsconstante angestellt hat.

// Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. Sitzung vom 7. Februar 1890. Nr. 3.
Ausgegeben am 15. März 1890.

Vorsitzender: Hr. A. KUNDT.

Hr. **E. Budde** sprach

über die sehr schnelle Rotation eines schweren starren Körpers mit einem festen Punkt, der drei ungleiche Hauptträgheitsmomente besitzt.

Er wies nach, dass ein solcher keine merkliche Nutation und eine regelmässige Präcession besitzt, wenn er sich zu Anfang mit unendlicher Winkelgeschwindigkeit um eine Momentanaxe dreht, die der Axe des grössten oder des kleinsten (nicht aber des mittleren) Trägheitsmoments unendlich nahe liegt, und berechnete für die Winkelgeschwindigkeit der Präcession die Formel

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{mgz}{r} \frac{P+Q}{R(P+Q)-(P-Q)^2}.$$

Hierin ist m die Masse des Körpers, g die Beschleunigung der Schwere, z der Abstand des Schwerpunkts von der durch den festen Punkt gelegten xy-Ebene, r die Winkelgeschwindigkeit um die Axe der z, P, Q, R die drei Trägheitsmomente mit Bezug auf die Cordinatenaxen der x, y, z, welche zugleich Hauptaxen der Trägheit sind, und die Axe der z diejenige, um welche

die Anfangsdrehung stattfindet. Der Sinn der Präcession ist derselbe, wie bei den Apparaten von Fessel und Bohnenberger, und für $P = Q$ zieht sich die Formel auf das für die letzteren geltende Resultat zurück.

Das Nähere wird in einem Fachblatt erscheinen.

Hr. **K. Feussner** sprach sodann

über Normalwiderstände und einen Kompensationsapparat für Spannungsmessung.

Normalwiderstände sind von der Physikalisch-technischen Reichsanstalt nicht nur für die höheren Beträge von 1 Ohm an aufwärts, sondern namentlich auch für kleinere Beträge bis zu 0,0001 Ohm hinab angefertigt worden. Die letzteren finden am meisten bei der Bestimmung von Stromstärken mittelst des Kompensationsapparats Anwendung. Eine Beschreibung der Normalwiderstände für höhere Beträge findet sich in der ZS. f. Instrk. 1890 S. 6. Die Normalwiderstände für niedere Beträge sollen demnächst in derselben Zeitschrift beschrieben werden. Eine Anzahl solcher Widerstände wurde in der Sitzung vorgezeigt. — Ueber das Material für unveränderliche Messwiderstände sind bei der Reichsanstalt ausführliche Untersuchungen angestellt worden. Die verschiedenen Neusilber- und Nickelinsorten, welche alle erhebliche Mengen von Zink enthalten, erwiesen sich als mehr oder weniger unbeständig, indem sie ihren Widerstand fortwährend langsam erhöhen. Die Ursache hiervon wird in einer Rückkehr in den krystallinischen Zustand, welcher diesen Metallsorten nach dem Guss eigen ist und ihnen durch die Bearbeitung grösstentheils genommen wird, zu suchen sein. Zinkfreies Nickelkupfer, namentlich die unter dem Namen Patentnickel als Material für die Reichsnickelmünzen in den Handel gebrachte Legirung aus 75 Theilen Kupfer, 24 Theilen Nickel und 1 Theil Eisen, Mangan etc. erwies sich, nachdem der fertig auf feste Rollen gewickelte Draht mehrere Stunden lang auf 130° erhitzt worden war, als keinen merklichen bleibenden Wider-

standsänderungen mehr unterworfen. Der spezifische Widerstand dieser Legirung beträgt bei der Schmelztemperatur des Eises 33 Mikrohm cm/cm^2, durch eine Temperaturerhöhung von einem Grad erfährt der Widerstand eine Zunahme um 20 Hunderttausendstel seines Werthes.

Ein besonderes Interesse verdienen die Mangankupferlegirungen, weil deren Aenderung mit der Temperatur nicht allein sehr klein ist, sondern auch bei etwas erhöhter Temperatur allmählig in einen negativen Werth übergeht. Der Wendepunkt liegt für eine Legirung mit 12 pCt. Mangan bei 35° und steigt wenn der Mangangehalt bis 30 pCt. zunimmt, gleichmässig bis 70°. Durch Nickelzusatz zu dem Mangankupfer wird der Wendepunkt erniedrigt. In der Nähe des Wendepunktes ist für ein Temperaturintervall von etwa 20° die Aenderung des Widerstands für fast alle praktischen und wissenschaftlichen Anwendungen unmerklich. Darum eignet sich dieser Draht ganz vorzüglich für Messwiderstände jeder Art. Eine Veränderlichkeit des Widerstandswerthes mit der Zeit scheint bei Mangankupfer ebenso wenig wie bei Patentnickel vorhanden zu sein.

Der Kompensationsapparat dient zur Messung von Spannungen durch Vergleichung derselben mit einem Clark'schen Normalelement. Er ist so eingerichtet, dass der Werth der zu messenden Spannungen aus der Stellung von zwei Hebeln und den gezogenen Stöpseln eines Stöpselrheostaten unmittelbar bis auf ein Tausendstel genau abgelesen werden kann. In Folge dessen ist er besonders für genauere Messungen in technischen Laboratorien geeignet. Das Anwendungsgebiet des Apparats reicht ungefähr von 0,014 Volt bis 1400 Volt. Mit Hülfe der oben erwähnten Widerstände kann man mit demselben Apparat mit gleicher Genauigkeit auch Stromstärken zwischen etwa 1 Milliampere und 1000 Ampere durch Messung der Spannung an den Klammern des Widerstandes bestimmen.

Eine genauere Beschreibung des Apparats wird im diesjährigen Aprilheft der Zeitschr. f. Instrk. erscheinen.

Hr. **Th. Des Coudres** in Leipzig liess darauf durch Herrn W. Jäger eine Mittheilung vorlegen, betreffend

Thermoelektrische Ströme zwischen zusammengedrückten und nicht zusammengedrücktem Quecksilber.

Eine Reihe von Versuchen mit Quecksilber, das in Glasröhren eingeschlossen an verschiedenen Stellen wechselnden Drucken und wechselnden Temperaturen ausgesetzt war, haben das Resultat ergeben, dass Quecksilbermengen, welche sich unter verschiedenen hydrostatischen Drucken befinden, thermoelektrisch auf einander wirken. Es fliesst der positive Strom in den wärmeren Theilen von Stellen niederen zu Stellen hohen Druckes, in den kalten umgekehrt. Für ein Thermoelement aus comprimiertem und uncomprimiertem Quecksilber entspricht einem Ueberdrucke gleich 10 Atmosphären die elektromotorische Kraft von einigen Zehnteln Microvolt, wenn die Temperaturdifferenz der „Löthstellen“ 100° beträgt.

Handelte es sich um die Anwendung höherer Drucke, wie sie mit einer Ducretet'schen Pumpe erzeugt wurden, so musste der Contact des comprimierten und uncomprimierten Quecksilbers mittelst Platindrähten hergestellt werden, welche in die Glasröhren eingeschmolzen waren. Bei Ueberdrucken bis zu etwa ein und einer halben Atmosphäre konnte jedoch jede Einschaltung eines zweiten Metalles in den elektromotorisch wirksamen Theil des Stromkreises vermieden werden. Es wurde die in einer mit Quecksilber gefüllten verticalen U-Röhre nach unten hin stattfindende Zusammendrückung der Flüssigkeit durch ihr eigenes Gewicht benutzt. Das U-Rohr befand sich zur Controle abwechselnd in horizontaler und verticaler Lage. Die Verbindung mit dem übrigen Schliessungskreise vermittelten Kautschuckschläuche, in welchen sich ebenfalls Quecksilber befand.

Nach vollständigem Abschlusse der messenden Versuche sei eine eingehendere Mittheilung ihrer quantitativen Resultate und deren theoretische Deutung an anderm Orte vorbehalten.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 21. Februar 1890.** Ausgegeben am 5. April 1890. **Nr. 4.**

Vorsitzender: Hr. E. du Bois-Reymond.

Hr. **W. v. Bezold** erhielt das Wort zu folgender Ansprache:

Meine Herren! Es erwächst uns heute vor Allem die traurige Pflicht, des Hinscheidens eines Mannes zu gedenken, der sich nicht nur um die Förderung der Wissenschaft überhaupt hohe Verdienste erworben hat, sondern der auch zu unserer Gesellschaft in näherer Beziehung gestanden hat, als allgemein bekannt ist:

Am 3. Februar verschied in Utrecht unser auswärtiges Mitglied, der frühere Professor an der dortigen Universität sowie der Schöpfer und langjährige Director des niederländischen meteorologischen Instituts

Christoph Heinrich Dietrich Buys-Ballot.

Geboren am 10. October 1817 zu Kloetingen in Holland (Provinz Seeland) begann er seine akademische Laufbahn als Lector der Geologie an der Universität Utrecht, wandte sich aber bald chemischen und physikalischen Arbeiten zu, unter welchen besonders die akustischen Versuche hervorzuheben sind, die er im Jahre 1845 zur Prüfung der Doppler'schen Theorie auf der

niederländischen Eisenbahn angestellt hat. Bald aber verlegte er sich mit all' seiner Kraft auf die Pflege der Meteorologie, auf deren Entwickelung er seit der Mitte des Jahrhunderts einen so entscheidenden Einfluss ausübte, dass man ihn vielfach als den Vater der modernen Meteorologie bezeichnet hat.

Dabei ist es für unsere Gesellschaft von besonderer Bedeutung, dass er gerade in den „Fortschritten der Physik“, für welche er die ersten Berichte über Meteorologie geliefert hat, zuerst jene Anschauungen entwickelte, welche für seine ganze spätere Thätigkeit maassgebend waren und deren Verbreitung und allmähliche allgemeine Annahme die Wissenschaft so wesentlich umgestaltet und gefördert hat.

Er trat nämlich bereits im Jahre 1849 in die Gesellschaft ein und übernahm gleich rückwärtsgreifend die Berichterstattung über die meteorologischen Arbeiten von 1845, d. h. vom Beginn des ganzen Unternehmens an.

Wie dies in den ersten Jahrgängen beinahe allgemein üblich war, beschränkte er sich hierbei nicht auf blosse Referate im engeren Sinn des Wortes, sondern gab denselben gewissermaassen den Charakter selbstständiger zusammenfassender Abhandlungen.

Hierbei versäumte er nun keine Gelegenheit, um einerseits die Wichtigkeit planmässigen Zusammenwirkens aller Meteorologen zu betonen, anderseits aber den Werth gleichzeitiger Beobachtungen bezw. der Betrachtung der Wetterlage an einzelnen Tagen, sowie die eminente Bedeutung der Luftdruckvertheilung für die Beurtheilung der atmosphärischen Vorgänge. Diese Punkte sind es aber gerade, welche die Signatur unserer modernen meteorologischen Forschung bilden.

So hebt er schon in seinem allerersten Berichte bei

Beleuchtung einer von der Utrechter Societät gestellten Preisfrage und zwar im Hinblick auf die Bestimmung der zukünftigen Witterung die maassgebende Rolle hervor, welche die Luftdruckvertheilung bei dieser Frage spielt, indem er sagt: „Wenn wir auf eine richtige Kenntniss der atmosphärischen Aenderungen nicht verzichten wollen, ist der Werth des Barometers viel grösser als der des Thermometers“ [1]).

Im folgenden Bande aber schliesst er die Besprechung von DOVE's Untersuchungen: „Ueber die nicht periodischen Aenderungen der Temperaturvertheilung an der Oberfläche der Erde“ und dessen „Monatsisothermen“ mit einem Apell an den Autor [2]) „seinen grossen Einfluss anzuwenden, um die meteorologischen Arbeiten zu centralisiren“ und fügt in für seine liebenswürdige Persönlichkeit bezeichnender Weise hinzu, „jeder würde gewiss unter seiner Leitung säen und pflügen, und er selbst würde bald eine reiche Ernte erblicken“.

Hierbei hatte er, wie aus dem Zusammenhange hervorgeht, nicht sowohl die Gründung einzelner Beobachtungsnetze im Auge, die ja damals in verschiedenen Ländern schon in vollem Gange war, als vielmehr die Centralisirung der internationalen Arbeit, ein Gedanke, dessen Verwirklichung freilich noch mehr als zwei Jahrzehnte auf sich warten liess.

Im nächsten Jahrgange aber benutzt er die Besprechung einer von BARRAL und BIXIO am 27. Juli 1850 unternommenen wissenschaftlichen Luftfahrt, zu deren besseren Verwerthung man an verschiedenen Orten Frankreichs einige Tage hintereinander von Viertelstunde zu Viertelstunde meteorologische Aufzeichnungen gemacht hatte, um in nachdrücklichster Weise die Wichtigkeit

[1]) Fortschritte f. 1847 S. 572. 1850.
[2]) Fortschritte f. 1848 S. 466. 1852.

solch' gleichzeitiger Beobachtungen d. h. die Bedeutung der synoptischen Methode zu betonen[1]).

So hat er denn in den Schriften unserer Gesellschaft in drei aufeinanderfolgenden Jahren gewissermaassen das Programm aufgestellt für die moderne meteorologische Forschung, ein Programm, dessen stetiger Weiterentwicklung und Durchführung er sein ganzes Leben widmete.

Den entscheidendsten Schritt in dieser Richtung that er aber mit einem ebenfalls in Deutschland erschienenen Aufsatze, der unter dem Titel: „Graphische Methode zur gleichzeitigen Darstellung der Witterungserscheinungen von vielen Orten" die ersten Wetterkarten enthält[2]).

Es ist überflüssig auseinanderzusetzen, welch' eine wissenschaftliche That hiermit vollbracht war, erblicken wir doch heut zu Tage in diesen Karten eines der wichtigsten Hülfsmittel der Forschung, während sie für die Vorhersage der Witterung fast die einzige Grundlage bilden.

Aber noch unter einem anderen Gesichtspunkte bietet die eben besprochene Abhandlung ganz besonderes Interesse.

Man findet nämlich in derselben die erste scharfe Unterscheidung zwischen „Klima" und „Wetter", zwischen „Klimatologie" und „Meteorologie" im engeren Sinne des Wortes.

Diese Begriffsbestimmung aber bezeichnet einen ganz gewaltigen Fortschritt, da sie den Ausdruck bildet für die klare Erkenntniss der Ziele, nach denen hin der Ausbau der Wissenschaft zu erfolgen hat, und von denen man früher beinahe nur das eine nämlich die klimatologische Forschung in's Auge gefasst hatte.

---

1) Fortschritte f. 1849. S. 427. 1853.
2) Pogg. Ann. Ergbd. IV. 1854.

Indem sich nun Buys-Ballot selbst dem Studium der Witterungserscheinungen zuwandte, machte er vor allem den Zusammenhang zwischen der Vertheilung des Luftdruckes und der Richtung und Stärke des Windes zum Gegenstande seiner Forschung.

Hierbei gelangte er im Laufe der fünfziger Jahre allmählich zur Erkenntniss gewisser Gesetzmässigkeiten, deren zusammenfassenden Ausdruck man später kurzweg als „Buys-Ballot'sches Gesetz bezeichnete.

Thatsächlich ist dieses Gesetz, welches später durch den Amerikaner Ferrel in streng mathematische Form gebracht wurde, beinahe der einzige meteorologische Satz, welcher den Namen eines Gesetzes im vollen Sinne des Wortes verdient, das wahre Grundgesetz für die Bewegungen der Atmosphäre.

Es ist unmöglich, hier auf die einzelnen Veröffentlichungen des unermüdlichen Forschers einzugehen, und es mag genügen darauf hinzuweisen, dass sie wesentlich in der consequenten Verfolgung und im Ausbaue der oben dargelegten Grundgedanken bestehen.

Dagegen muss eine andere Seite von Buys-Ballot's Thätigkeit noch etwas beleuchtet werden, nämlich seine rastlosen Bemühungen zur Erzielung eines internationalen Zusammenwirkens zum Zwecke meteorologischer Forschung.

Es wurde schon oben darauf hingewiesen, wie frühzeitig er den Werth solchen Zusammenwirkens erkannt hatte.

Aber obwohl die siebziger Jahre herankommen mussten, bis der Gedanke der Verwirklichung näher gerückt ward, so war sein Interesse dafür doch stets gleich rege geblieben.

Nachdem ein Versuch Dove's, die Meteorologen Frankreichs, Oesterreichs, Italiens u. s. w. bei Gelegen-

heit der im Jahre 1863 in Genf stattfindenden schweizerischen Naturforscherversammlung, zu einer gemeinsamen Berathung zu vereinigen, wenig Erfolg gehabt hatte, wurden ähnliche Bemühungen von anderer Seite her im Jahre 1872 von Neuem aufgenommen.

Im Mai dieses Jahres hatten die Herren Bruhns in Leipzig, Jelinek in Wien und Wild in St. Petersburg Einladungen an die verschiedenen Meteorologen ergehen lassen, zu einer im Anschluss an die deutsche Naturforscher-Versammlung im Herbste in Leipzig abzuhaltenden Conferenz, auf welcher ein Programm entworfen wurde für einen officiellen Meteorologencongress, der im folgenden Jahre in Wien zusammentreten sollte.

Von dieser Versammlung wurde im Interesse der maritimen Meteorologie eine besondere Commission niedergesetzt, welcher weitere Vorbereitungen und Vorarbeiten für den Congress übertragen wurden.

In dieser Comission befand sich neben Scott und Neumayer auch Buys-Ballot, der nun in der Lage war, seinen schon längst gehegten Lieblingswunsch nach Kräften zu vertreten.

Er veröffentlichte zwei Broschüren unter dem Titel „Suggestions“, in denen er seine Anschauungen und Vorschläge niederlegte.

Es ist bekannt, von welch' ausserordentlichen Erfolgen der im Jahre 1873 nun thatsächlich in Wien abgehaltenen Congress begleitet war, und wie die damals vereinbarten Grundlagen noch heute für das internationale Zusammenwirken auf dem Gebiete der meteorologischen Arbeit maassgebend sind.

Welche Verdienste sich dabei gerade Buys-Ballot um die glückliche Durchführung und die weitere Entwickelung des damals angebahnten grossen Werkes besonders auch als Mitglied des von dem ersten Congresse

niedergesetzten internationalen Comité's erworben hat, davon legen die gedruckten Protocolle der verschiedenen Versammlungen Zeugniss ab.

Man wird aber nicht fehlgreifen, wenn man seine Verdienste in dieser Hinsicht noch weit höher anschlägt, als sie in diesen Protocollen zu Tage treten, da bei dieser Art der Thätigkeit nicht allein sein Wissen, sondern auch seine hervorragenden persönlichen Eigenschaften in's Gewicht fallen mussten.

Buys-Ballot war ein Mann von seltener Herzensgüte, Liebenswürdigkeit, Anspruchslosigkeit und wahrhaft rührender Bescheidenheit, Eigenschaften, die selbst bei flüchtiger Begegnung sofort hervortraten, von denen aber jene, die ihm näher gestanden haben, kaum genug zu erzählen wissen.

Uebrigens tritt er uns in seinen Schriften in gleicher Weise entgegen und kann ich es mir nicht versagen, in dieser Hinsicht noch eine Stelle aus seinem ersten Berichte für die „Fortschritte“ dem Wortlaute nach anzuführen [1]). Dort sagt er: „Ich habe mich befleissigt, jedem der geehrten Naturforscher das Seine zu geben; es könnte aber sein, denn es ist mir mehrmals schon vorgekommen, dass ich irgendwo einen Gedanken als eigenen ausgesprochen habe, der von einem anderen schon früher und besser ausgedrückt wurde. In solchem Falle bitte ich im Voraus um Entschuldigung; der Fehler geschieht alsdann aus Mangel an Gelehrsamkeit, nicht aber aus Mangel von Aufrichtigkeit“.

Hiermit mag dieser kurze Nachruf geschlossen werden. Es war natürlich nicht möglich, all' der zahlreichen Arbeiten zu gedenken, welche Buys-Ballot veröffentlicht hat, doch dürfte das Gesagte genügen, um wenigstens in

---

[1]) Fortschritte f. 1847. S. 572. 1850.

den Hauptzügen ein Bild von dem Wirken und Wesen eines Mannes zu geben, der sich als Gelehrter unsterbliche Verdienste erworben hat und der nicht minder als Mensch allen unvergesslich bleiben wird, die jemals das Glück hatten ihm persönlich näher zu treten.

Die Anwesenden erheben sich zu ehrendem Angedenken des Verstorbenen von den Sitzen.

Hr. **E. Pringsheim** sprach darauf im Anschluss an von ihm ausgeführte Versuche

über das Kirchhoff'sche Gesetz und die Strahlung der Gase.

Der Inhalt des Vortrages wird anderwärts veröffentlicht werden.

// Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 7. März 1890.** Nr. 5.
Ausgegeben am 5. April.

Vorsitzender: Hr. A. Kundt.

Hr. **H. Rubens** sprach (auf Grund von gemeinsam mit Hrn. **R. Ritter** angestellten Versuchen)

über die Anwendung des Bolometers zur quantitativen Messung der Hertz'schen Strahlung.

Im Juni des vergangenen Jahres habe ich zusammen mit Hrn. A. Paalzow ein auf dem bolometrischen Princip beruhendes Elektrodynamometer beschrieben[1]), welches bei beträchtlicher Empfindlichkeit einen kleinen inneren Widerstand und eine verschwindend geringe Selbstinduction besitzt. Der zu messende Wechselstrom i (resp. die zu messende Schwingung) wurde durch den einen Zweig einer genau abgeglichenen Wheatstone'schen Brückencombination hindurchgesandt. Durch die erzeugte Stromwärme war dann das Widerstandsgleichgewicht gestört, so dass an dem vorher auf Null gestellten Galvanometer ein Ausschlag erfolgte, der ceteris paribus proportional i^2 war.

Mit Hülfe dieses Instruments ist es Hrn. R. Ritter und mir gelungen, einige quantitative Versuche über Polarisation und Reflexion elektrischer Wellen an parallelen Drahtgittern anzustellen, die nach den bisherigen qualitativen Methoden nicht ausführbar gewesen wären. Die Erregung und Concentration der elektrischen Schwingungen geschah im Wesentlichen in der

[1]) A. Paalzow und H. Rubens. Anwendung des bolometrischen Princips auf elektrische Messungen. Wied. Ann. XXXVII, 529. 1889.

nämlichen Weise, die Hr. HERTZ in seiner Arbeit über Strahlen elektrischer Kraft[1]) beschrieben hat. Die beiden parabolisch gekrümmten Cylinderspiegel sowie der primäre Leiter waren selbst den Dimensionen nach genau nach den dort enthaltenen Angaben gearbeitet; dagegen bestand unser secundärer Leiter aus zwei etwa 35 cm langen und 12 cm breiten auf Cartonrahmen frei aufgespannten Stanniolstreifen, welche an Stelle der HERTZ'schen geradlinigen Metalldrähte im empfangenden Spiegel angebracht wurden.

Mit Benutzung dieses secundären Leiters erzielten wir die etwa 4 bis 5fache Wirkung wie bei Anwenduug der von Hrn. HERTZ beschriebenen Form.

Die einander zugekehrten Enden der Stanniolstreifen standen in directer Verbindung mit dem Bolometerwiderstand, welcher sich also bei unseren Versuchen an Stelle der HERTZ'schen Funkenstrecke befand. Das zu diesem Zwecke verwendete Bolometer war das nämliche Instrument, welches in der oben erwähnten Abhandlung beschrieben wurde. Der Vergleichswiderstand muss auch hier die Form eines aus 4 gleichen Drahtstücken bestehenden gleichseitigen Parallelogramms haben, welches von der secundären Schwingung und vom Strom der WHEATSTONE'schen Brücke im Sinne seiner beiden Diagonalen durchflossen wird. Denn nur diese Art der Anordnung gewährt eine Garantie dafür, dass die gesammte Schwingung durch den Vergleichswiderstand geht und nicht ein Theil derselben einen anderen Weg einschlägt und dadurch einen verminderten oder gar entgegengesetzten Galvanometerausschlag zur Folge hat. Die beiden Bolometerwiderstände waren in der angegebenen Form aus feinem Eisendraht (Radius $r = 0{,}035$ mm) verfertigt und hatten einen Widerstand von je 2,89 Ohm.

Ein ausserordentlich empfindliches Galvanometer von kleinem Widerstand ist zur Ausführung der hier beschriebenen Versuche unentbehrlich. Wir benutzten bei Beginn unserer Untersuchung mit Erfolg ein astatisches Glockengalvanometer von Siemens

[1]) H. HERTZ. WIED. Ann. XXXVI, 769. 1889.

und Halske, erhielten aber später noch weit bessere Resultate mit einem astatischen THOMSON'schen Instrument, welches zu diesem Zweck in der berühmten Werkstatt von Elliott Brs. in London mit kleinem Widerstand (5 Ohm) angefertigt war. Diese Instrumente verbinden ein sonst unerreichtes Maass von Empfindlichkeit mit einer ausserordentlich einfachen und bequemen Art der Aufstellung. Wegen des ziemlich kleinen Spiegels wurde zu seiner besseren Ausnutzung ein Skalenabstand von nur 1 m und eine auf halbe Millimeter getheilte Skala gewählt, welche jedoch dem Beobachter durch ein etwa 15 mal vergrösserndes Fernrohr als Millimeter erschienen. Unbeschadet der Konstanz des Nullpunktes konnte bis zu einer Schwingungsdauer von etwa 6 Secunden astasirt werden, wobei das astatische System nahezu aperiodisch war. Die auf einen Skalentheil bezogene Constante des Instruments betrug unter diesen Bedingungen, die während der ganzen Untersuchung bestehen blieben,

$$K = 2{,}11 \cdot 10^{-9} \text{ Amp.}$$

Die Temperaturempfindlichkeit E des Bolometers, d. h. die in Celsiusgraden gemessene Temperaturerhöhung des einen Bolometerwiderstandes, welche im Stande ist, einen Ausschlag des Galvanometers um einen Skalentheil zu bewirken, betrug gewöhnlich etwa: $E = 0{,}000029$. Bei Anwendung der subjectiven Beobachtungsmethode hat es keinen Zweck, diese Empfindlichkeit, etwa durch Verstärkung der Hülfsbatterie, noch weiter zu steigern, da die Schwankungen des Nullpunktes in gleichem Maasse zunehmen. Wählt man dagegen die Methode der objectiven Darstellung mit Hülfe des Lichtzeigers, so ist es rathsam, mit grösserer Stromintensität und dementsprechend erhöhter Empfindlichkeit zu arbeiten, besonders, wenn es sich nicht um feine quantitative Messungen, sondern um Demonstration qualitativer Wirkungen handelt. Die äusserste Empfindlichkeit, die wir überhaupt zur Anwendung brachten, war dem Grössengebiet nach dieselbe, welche LANGLEY für seine Bolometer angiebt, nämlich: $E = 0{,}000012$.

Als Stromempfindlichkeit J des Bolometers soll diejenige Stromintensität bezeichnet werden, welche beim Durchfliessen des

Bolometerwiderstandes diesen um E Celsiusgrade erwärmt, d. h. am Galvanometer einen Ausschlag von einem Skalentheil hervorbringt. Mit Hülfe eines an Stelle der secundären Schwingung durch den Bolometerwiderstand geführten constanten Stromes wurde die Stromempfindlichkeit $J = 0{,}00022$ bestimmt. Da die von uns beobachteten Ausschläge sich dem Grössengebiet nach zwischen 20 und 300 Skalentheilen bewegten, so können die von uns gemessenen Schwingungen ihrer Wärmewirkung nach mit Strömen von etwa $^1/_{300}$ bis $^1/_{1000}$ Amp. verglichen werden.

Wir haben zunächst mit Hülfe unserer Methode untersucht, ob ein zwischen die Spiegel gestelltes, aus parallelen Drähten gebildetes Gitter auch in Bezug auf Intensität und Schwingungsrichtung der durchgelassenen Strahlung sich so verhält, wie eine Turmalinplatte, auf welche linear polarisirtes Licht fällt. In diesem Falle müsste, da die Ausschläge α des Bolometers ein Maass für die absorbirte Energie, d. h. für das Quadrat der Amplitude, sind:

$$\frac{\sqrt{\alpha}}{\sin^2 \varphi}$$

einen constanten Werth ergeben für verschiedene φ, d. h. für verschiedene Winkel zwischen der Richtung der Gitterdrähte und der auf sie fallenden Schwingung. Dies war mit grosser Annäherung der Fall. — Durch Neigen des Gitters unter 45° gegen die Richtung der auffallenden Schwingung und durch Einfügen eines zweiten Drahtgitters in den Gang der Strahlen liess sich zeigen, dass die vom Gitter durchgelassene Schwingung senkrecht zu den Drähten desselben stattfindet. Durch ein analoges Verfahren wurde gefunden, dass die vom Gitter reflectirte Schwingung den reflectirenden Drähten parallel gerichtet ist.

Ferner wurde die Abhängigkeit des Reflexionsvermögens eines solchen Drahtgitters von der Richtung seiner Drähte untersucht; es ergab sich hierbei die Grösse

$$\frac{\sqrt{\alpha}}{\cos^2 \varphi}$$

als constant. Das heisst, das Gitter reflectirt in jeder Stellung einen gleichen Bruchtheil der nicht durchgelassenen Strahlen.

Um zu bestimmen, wie gross dieser Bruchtheil ist, wurde das absolute Reflexionsvermögen des Gitters bei vertical stehenden Drähten untersucht, d. h. es wurde unter sonst gleichen Bedingungen in schneller Folge abwechselnd die directe und die am Gitter reflectirte Wirkung beobachtet. Dieser Versuch ergab, dass bei verticaler Stellung der Drähte das Gitter fast sämmtliche Strahlen (etwa 98 pCt.) reflectirt, dass somit nur ein verschwindend kleiner Theil derselben vom Gitter absorbirt wird.

Schliesslich haben wir Versuche mit Glasplatten angestellt und gefunden, dass eine Spiegelglasplatte von etwa 0,7 cm Dicke die elektrischen Wellen weder absorbirt noch zu reflectiren im Stande ist. Letzteres mag seinen Grund darin haben, dass die Dicke der Glasplatte zur Reflexion dieser langen Wellen noch nicht genügt.

Eine ausführliche Beschreibung der Methode und der Versuche wird demnächst in Wied. Ann. erscheinen.

Nach Schluss des Vortrages folgte die Demonstration der Methode in ihrer Anwendung zur objectiven Darstellung der Hertz'schen Versuche.

Geschenke.

Lejeune-Dirichlet. Gesammelte Werke, herausgegeben von der Kgl. Preuss. Akad. d. Wissensch. von L. Kronecker. Bd. 1.

R. von Helmholtz. Die Licht- und Wärmestrahlung verbrennender Gase. Berlin 1890.

K. Kretschmer. Die physische Erdkunde im christlichen Mittelalter. Wien 1889.

A. Woeikoff. Der Einfluss einer Schneedecke auf Boden, Klima und Wetter. Wien 1889.

A. Fuhrmann. Ueber mittlere Reactionsgeschwindigkeiten. S.-A. ZS. f. physik. Chemie. 1889.

W. N. Shaw. Report on the present state of our knowledge in electrolysis and electro-chemistry. S.-A. Report of Brit. Ass. 1889.

Fourth Report of the Electrolysis Comitee. Brit. Ass. 1889.

Rapport de la Commission de l'unification du calendrier de l'Acad. des sciences. Bologna 1889.

Festschrift zum 200. Jubelfeste der mathematischen Gesellschaft zu Hamburg. 2 Theile. Hamburg 1890.

W. WINTER. Lehrbuch der Physik. München 1890.
E. WIEDEMANN. Zum zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie. S.-A. WIED. Ann.
— — Zur Geschichte der Brennspiegel. S.-A. WIED. Ann.
H. EBERT. Zwei Formen von Spectrographen. S.-A. WIED. Ann.
F. NEESEN. Verdampfungscalorimeter. S.-A. WIED. Ann.
F. RICHARZ. Ueber die galvanische Polarisation von Platinelektroden in verdünnter Schwefelsäure bei grosser Stromdichtigkeit. S.-A. WIED. Annalen.
H. KAYSER. Ueber GRÜNWALD's mathematische Spectral-Analyse. S.-A. Chemiker Zeitung.
O. REICHEL. Beiträge zur Ableitung der ersten Grundlagen der Dynamik. S.-A. Ztschr. zur Förderung des physikalischen Unterrichts.
E. VAN AUBEL. Deux méthodes récentes pour la mesure de l'intensité des champs magnétiques. S.-A. L'Electricien 1889.
S. P. LANGLEY. The solar and the lunar spectrum. Alleghany Observatory. 1886.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 21. März 1890.** Nr. 6.
Ausgegeben am 22. April 1890.

Vorsitzender: Hr. A. KUNDT.

Hr. **E. Brodhun** sprach (nach gemeinsam mit Hrn. **O. Lummer** in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführten Versuchen):

a) über das Contrastphotometer,

b) über electrische Glühlichter als Vergleichslichtquellen.

Es wird zunächst noch einmal kurz auf die Construction des bereits in der Sitzung vom 28. Dezember 1888 vorgeführten Gleichheitsphotometers eingegangen. Der wesentlichste Theil desselben ist ein Glaswürfel, der aus zwei mit ihren Hypotenusenflächen gut eben auf einander abgeschliffenen rechtwinkligen Prismen besteht. An der Hypotenusenfläche des einen Prismas ist innerhalb einer scharf begrenzten Figur die oberste Glasschicht fortgenommen und dann dieses Prisma fest gegen das andere gepresst. Ein Auge, welches (mit Hülfe einer Lupe) senkrecht zur Kathetenfläche des letzteren Prismas auf die Hypotenusenfläche blickt, erhält durchgehendes und totalreflektirtes Licht unmittelbar neben einander. Rührt das Licht von zwei diffus leuchtenden Flächen her, so sind diese gleich hell, wenn das Gesichtsfeld gleichmässig hell erleuchtet ist, also die Figur, welche reflektirtes und durchgehendes Licht trennt, verschwindet. Das Photometer wird gewöhnlich in einer Anordnung benutzt, welche erlaubt, es auf einer geraden Photometerbank zu benutzen.

Der Vortragende beschreibt die Herstellungsweise des Instrumentes durch F. Schmidt und Haensch in Berlin, welche dem Mechaniker selbst die Justirung auszuführen gestattet.

Um eine grössere Empfindlichkeit zu erzielen, als sie der beschriebene auf Schätzung gleicher Helligkeit beruhende Apparat besitzt, wurde ein anderes photometrisches Prinzip, das der Schätzung gleicher Helligkeitsunterschiede in Anwendung gebracht. Zu diesem Zwecke musste das Gesichtsfeld ähnlich umgestaltet werden, wie das des Bunsen-Rüdorff'schen Photometers, bei welchem man durch Spiegel beide Schirmseiten beobachtet und auf gleiches Hervortreten beider Fettfleckseiten aus ihrer Umgebung einstellt. Hier sendet die rechte Schirmseite Licht der rechten, die linke Licht der linken Lichtquelle aus, während der rechte Fettfleck mit Licht der linken, der linke mit Licht der rechten Lichtquelle leuchtet. Die Hypotenusenfläche des vom Auge aus hinteren Prismas wird nun durch eine Vertikale in zwei Hälften getheilt, dann auf der einen in einem beliebig gestalteten, scharf begrenzten Felde *a*, welches dem Fettfleck entsprechen soll, durch Sandblasen die obere Glasschicht entfernt, während auf der anderen Hälfte die obere Glasschicht in einem symmetrisch gelegenen Felde *b* erhalten bleibt und an allen anderen Stellen fortgenommen wird. Damit im Momente der Einstellung die Felder *a* und *b* nicht verschwinden, sondern gleich dunkel bez. hell hervortreten, muss das Licht, welches von diesen Feldern bez. ihrer Umgebung kommt, gleich stark geschwächt werden. Dies geschieht, indem man vor die entsprechenden Hälften der Würfelseiten, durch die das Licht eindringt, gegen die Strahlenrichtung gleich geneigte Glasplatten setzt. Zur Herstellung eines veränderlichen Contrastes dient eine Anordnung, bei welcher zwei Paare rechtwinklig zu einander stehender Glasplatten um ihre gemeinsame Kante so gedreht werden können, dass je zwei der Glasplatten stets parallel bleiben.

Die Empfindlichkeit des Contrastphotometers ist von der Grösse des Contrastes abhängig. Es beträgt bei 3 pCt. Contrast der mittlere Fehler einer Einstellung etwa 0,25 pCt.; mit stei-

gendem Contrast nimmt die Empfindlichkeit ab. Liegt der Contrast unter 3 pCt., so werden die Beobachtungen wegen zu grosser Nähe an der Unterschiedsschwelle anstrengend.

Da es für photometrische Messungen nothwendig war, eine Vergleichslichtquelle zu besitzen, welche während mehrerer Tage völlig constant blieb, wurden Versuche in dieser Beziehung mit von SIEMENS u. HALSKE bezogenen 65 Volt-Glühlampen angestellt, welche von Tudor-Accumulatoren gespeist wurden. Es wurden zwei derartige Lampen in Gebrauch genommen, von denen die eine täglich 6 bis 10 Stunden brannte, während die andere nur hin und wieder bei einer photometrischen Vergleichung glühte. Zur Herstellung einer den gebräuchlichen Flammen nahe gleichen Färbung wurde eine Spannung von nur 55 VOLT benutzt. Constant gehalten wurde die Stromstärke, welche durch eine Compensationsmethode mit Hülfe eines CLARK-Elementes gemessen wurde. Es stellte sich heraus, dass sich die Helligkeit der Glühlampe während über 200 Brennstunden nur um etwa 1 pCt. geändert hatte. Merkwürdigerweise wurde der Widerstand der Lampe während des Gebrauches kleiner.

Näheres über das Contrastphotometer und die Untersuchung der Glühlampen findet sich in der Zeitschrift für Instrumentenkunde 1889 S. 461 und 1890 S. 119.

Am Schluss der Sitzung wurden die beschriebenen Photometer und eine von der Firma F. SCHMIDT u. HAENSCH für die Physikalisch-Technische Reichsanstalt ausgeführte Photometerbank demonstrirt.

O. Lummer demonstrirte darauf

den ABBE'schen Apparat zur Prüfung planparalleler durchsichtiger Glasplatten [1]).

Zuerst wird kurz der Unterschied besprochen, der zwischen den Curven gleicher Dicke und den Curven gleicher Neigung besteht; beide entstehen durch Interferenz der an den Flächen

[1]) CZAPSKI. Einige neue optische Apparate von Prof. ABBE. (Z. f. Instrkde. 1885 V, 149-158).

einer Glasplatte reflektirten Lichtstrahlen. Beiderlei Curven geben Aufschluss über die Dickenvertheilung einer Glasplatte. Während aber die ersteren, (die Fizeau'schen Streifen); bei nahe gleich dicken Platten versagen, treten die Curven gleicher Neigung (Ringe) um so deutlicher und kreisförmiger auf, je näher die Platte dem absoluten Parallelismus kommt[1]).

Sodann wird der von Abbe konstruirte Apparat demonstrirt. Derselbe gestattet beiderlei Interferenzcurven bequem und leicht zu beobachten. Als Lichtquelle dient eine Natriumflamme. Der Vortragende benutzt dazu mit Vorliebe eine mit doppeltkohlensaurem Natron gefüllte Glasröhre, welche mit ihrem Ende in eine Bunsenflamme taucht. Beim Schmelzen wird das Glas natronhaltiger und giebt eine schöne gelbe Flamme. Der Glasstab kann monatelang benutzt werden, da sich das verbrauchte Natrium stets aus dem in der Röhre befindlichen Salz ersetzt. Die Handhabung und Benutzung des Apparates ist eine sehr einfache.

Zuerst prüft man die zu untersuchende Platte auf die Fizeau'schen Streifen. Zeigt sie dieselben, so giebt die Gestalt und Entfernung der Streifen ohne weiteres die Dickenvertheilung längs der betrachteten Fläche der Platte. Von Streifen zu Streifen variirt die Dicke um eine halbe Wellenlänge. Zeigt die Platte keine Curven gleicher Dicke, so prüft man sie auf die Curven gleicher Neigung. Dazu braucht man nur die dem Instrument beigegebene Lupe in der richtigen Weise anzuwenden, insofern ohne Lupe nur die Fizeau'schen Streifen, mit Lupe dagegen nur die Ringe gesehen werden können. Treten letztere auf, so folgt aus der genauen Kreisform derselben, dass der benutzte Theil der Platte auf Bruchtheile der Natriumwellenlänge gleiche Dicke besitzt. Um diese etwaigen Dickenunterschiede ihrer Grösse nach bestimmen zu können, beobachtet man das Centrum und die ihm benachbarten Ringe während man die Platte auf ihrer ebenen Unterlage verschiebt. Aus dem dabei

---

[1]) O. Lummer. Ueber eine neue Interferenzerscheinung an planparallelen Glasplatten und eine Methode, die Planparallelität solcher Gläser zu prüfen. (Wied. Ann. 1884 XXIII, 49-84).

auftretenden scheinbaren Wandern der Kreise folgt die Variation der Dicke längs des verschobenen Plattenstückes. Wandert z. B. bei einer Plattenverschiebnng von 3 cm der erste Ring zum Centrum hin (oder umgekehrt) so nimmt die Dicke längs der 3 cm continuirlich ab (oder zu [1]) um nur eine halbe Wellenlänge. Da man leicht den zehnten Theil des Abstandes des ersten Kreises vom Centrum messen kann, so ist es möglich, den Dickenunterschied auf $^1/_{20}$ Wellenlänge bequem anzugeben. Wandern die Ringe bei beliebiger Verschiebung der Platte gar nicht, so ist letztere auf ihrer ganzen Oberfläche bis auf weniger als $^1/_{20}$ Wellenlänge gleich dick.

Auf die speziellen Theile des Apparates braucht hier nicht eingegangen zu werden, da sie in der oben angeführten Abhandlung von Hrn. Czapski ausführlich beschrieben sind. Es sollte hier nur darauf hingewiesen werden, dass der Abbe'sche Apparat unentbehrlich ist, wenn es gilt schnell und bequem aus vorhandenen Glasplatten die besten auszusuchen bezw. deren Güte zu prüfen. Der Preis beträgt etwa 130 Mark.

Geschenke.

Sir R. S. Ball. Theoretische Mechanik starrer Systeme, herausgegeben von H. Gravelius. Berlin 1889. Georg Reimer.

W. Bühler. Zwei Materien mit drei Fundamentalgesetzen nebst einer Theorie der Atome. Stuttgart 1890.

Prace Matematyczno-Fizyczne, Tome I und II (I). Warschau. Geschenk von Hrn. L. Natanson.

Caspary. Sur l'application des fonctions thêta d'un seul argument aux problèmes de la rotation. S.-A. C. R. 1889.

Caspary. Sur une méthode générale de la géometrie qui forme le lien entre la géometrie synthetique et la géometrie analytique. S.-A. Bull des sciences math. Paris.

C. F. Lehmann. Das Verhältniss des ägyptischen metrischen Systems

---

[1]) In meiner Dissertation steht fälschlich zu statt ab und umgekehrt.

zum babylonischen. S.-A. Verhandl. der anthropolog. Gesellsch. zu Berlin 1889.

E. Mathieu. Theorie des Potentials und ihre Anwendungen auf Elektrostatik und Magnetismus. Deutsch von H. Maser. Berlin 1890. Springer.

K. Singer. Die Bodentemperatur an der Kgl. Sternwarte bei München und der Zusammenhang ihrer Schwankungen mit den Witterungsverhältnissen. S.-A. Meteorol. Beob. in Bayern. 1890.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 18. April 1890.** **Nr. 7.**
Ausgegeben am 17. Juni 1890.

Vorsitzender: Hr. E. du Bois-Reymond.

Der Vorsitzende erinnerte an den Verlust, welchen die Gesellschaft durch den Tod des am 18. März verstorbenen Herrn

Johann Georg Halske,

geboren zu Hamburg am 30. Juli 1814, erlitten hat. Halske, dessen Namen in Verbindung mit dem Namen Siemens in der ganzen Welt bekannt ist, hat zwar nicht viel physikalische Abhandlungen geschrieben, aber als praktischer Mechaniker auf die Physik seiner Zeit einen nachhaltigen Einfluss geübt. Der physikalischen Gesellschaft wurde er in ihren frühsten Tagen durch den Redner zugeführt, der ihn zu Anfang der vierziger Jahre in der Hirschmann'schen Werkstatt kennen gelernt hatte.

„Es gab damals“, fuhr der Redner fort, noch keine allgemein zugänglichen physikalischen Institute, und im Beginn meiner experimentellen Arbeiten suchte ich lange vergeblich nach einer Gelegenheit, mir die nöthigen technischen Fertigkeiten und Einsichten zu erwerben, um mir Modelle bauen und einfachere Apparate selber herrichten zu können. Der Mechaniker Hirschmann, an den ich mich endlich wandte, überwies mich einem jungen

Manne, der als einer seiner Gehülfen in der Blouse am Schraubstock stand. Es war HALSKE, der schon durch eine hohe Schule der Mechanik gegangen war, denn er hatte, wie er mir später erzählte, in seiner Heimath bei REPSOLD die Metallarbeit an den berühmten Messinstrumenten der Pulkowaer Sternwarte grossentheils mit eigener Hand ausgeführt.

Ich erkannte bald, dass HALSKE viel mehr war als nur ein geschickter Arbeiter. Er besass in seltenem Maasse das constructive Talent, und wusste mit sicherem Spürsinn auch ohne gelehrte Schulung wissenschaftliche Aufgaben zu erfassen, und zu ihrer Bewältigung die einfachsten und besten Mittel zu finden. Es war ein hoher Genuss, dessen ich mich oft halbe Nächte lang erfreute, ihn den Bleistift in der Hand eine experimentelle Anordnung oder eine neue Vorrichtung Schritt um Schritt der Vollendung in der Idee entgegenführen zu sehen. Hier ist nicht der Ort, im Einzelnen zu berichten, wieviel ich persönlich ihm in dieser Art verdanke; es genüge die Andeutung, dass viele meiner Apparate, welche nicht ohne Nutzen für den Fortschritt der Wissenschaft blieben, wie das Schlitteninductorium, der Vorreiberschlüssel, der runde Compensator, ihre letzte Gestalt von ihm erhielten. Nicht minder förderlich ward sein Umgang mehreren meiner Studiengenossen, während die älteren Physiker, unsere Lehrer, namentlich MITSCHERLICH, dem er unentbehrlich wurde, bald in ihm den bedeutendsten Jünger und Fortführer der Berliner mechanischen Schule erblickten. Auch JOHANNES MÜLLER war er, noch als HIRSCHMANN's Gehülfe, bei seinen Arbeiten über die Stimme und Sprache dienlich gewesen.

Mittlerweile, 1844, hatte HALSKE mit dem Mechaniker BÖTTICHER ein eigenes Geschäft eröffnet. BÖTTICHER kam von GAMBEY in Paris, von wo er manchen nützlichen Kunst-

griff mitbrachte. Ihre Werkstatt nahm sogleich neben den älteren mechanischen Anstalten Berlins, denen von PISTOR und MARTINS, SCHIECK, OERTLING, KLEINER, HIRSCHMANN, BAUMANN, einen ehrenvollen Platz ein. Hier baute HALSKE seine selbstcalibrirende Theilmaschine für Eudiometerröhren, sein verbessertes Reflexions-Goniometer, vortreffliche Wagen und Luftpumpen, sowie nach MITSCHERLICH's Angabe den bekannten Apparat für Circumpolarisation der Zuckerlösungen, den BIOT der *Académie des Sciences* vorstellte, und dabei, indem ihm eine Feinheit in der Construction des Apparates entging, in einen wunderlichen Irrthum verfiel*). Im Schleifen NICOL'scher Prismen hatte sich HALSKE eine nicht leicht übertroffene Meisterschaft erworben, wie denn überhaupt neben seinen nachmaligen Verdiensten um die Elektricität seine Leistungen in der Optik zu sehr vergessen sind, an welche nur etwa in physiologischen Sammlungen sein lehrreiches Stereoskop mit beweglichen Bildern noch erinnert. In der kleinen Werkstatt in der Karlsstrasse half mir HALSKE das Galvanoskop mit astatischer Doppelnadel zu noch nicht dagewesener Empfindlichkeit vervollkommnen, und gab er mir Gelegenheit, das damals angestaunte Gewinde von 24160 Umläufen selber zu wickeln. So betrat er in der thierischen Elektricität zuerst das elektrische Gebiet.

Allein HALSKE war zu Grösserem bestimmt. Es kam der Tag der elektrischen Telegraphie. Schon hatte STEINHEIL mit einleuchtendem Gewinn die Rückleitung des Stromes der Erde anvertraut. Der MORSE'sche Apparat war zwar schon längst erfunden, noch aber in seiner überwiegenden Bedeutung nicht erkannt, und eine andere Form des elektrischen Telegraphen bildete den Gegen-

---

*) Die Fortschritte der Physik im Jahre 1845 u. s. w., S. 311.

stand eines Patents, welches wiederum ein Mitglied dieser Gesellschaft, der geniale Artillerie-Lieutenant Werner Siemens, genommen hatte. Dieser Telegraph beruhte auf dem Princip des Wagner'schen Hammers. Zwei solche Hämmer in einem und demselben Kreise zeigen gleichen Gang, und vermögen folglich, unter geeigneten Umständen, jeder einen Zeiger mit gleicher Winkelgeschwindigkeit auf einer Scheibe im Kreise herumzuführen. Sind am Umfang der Scheiben Schriftzeichen angebracht, und wird der eine Zeiger über einem bestimmten Zeichen angehalten, so bleibt auch der andere Zeiger über dem entsprechenden Zeichen auf seiner Scheibe stehen. Siemens that sich nach einem Mechaniker um, der seinen Apparat ausführen, und mit ihm zur Errichtung einer Anstalt für dessen fabrikmässige Herstellung sich verbinden sollte. Der zu jener Zeit erste Mechaniker Berlins Oertling, obgleich der Elektricität nicht fremd, denn er führte für Poggendorff die Pouillet'sche Sinusbussole vortrefflich aus, lehnte die ihm angebotene Betheiligung an dem Unternehmen ab. Es blieb mir vorbehalten, meines Freundes Siemens Aufmerksamkeit auf meinen Freund Halske als auf eine für seine Zwecke wohl geeignete Persönlichkeit zu lenken, ja beide Männer am letzten Tage des Jahres 1846 einander zuerst gegenüber zu stellen, die sich in der physikalischen Gesellschaft zwar gesehen haben mussten, ohne jedoch mit einander bekannt geworden zu sein.

Hier nun beginnt der Abschnitt in Halske's Laufbahn, dessen Geschichte, wie man sagen kann, zusammenfällt mit der Geschichte der Elektrotechnik in demselben Zeitraum. Die von Siemens und Halske im richtigen Augenblick gegründete Telegraphenbauanstalt erhob sich durch den glücklichen Verein ihrer gegenseitig theils sich verstärkenden, theils sich ergänzenden Talente binnen

Kurzem zu einem Weltinstitut. Halske besass nicht bloss die vorher gerühmte mechanische Gestaltungskraft, sondern er verstand es auch, was für ein solches Unternehmen von nicht geringerer Bedeutung war, „arbeiten zu lassen". Stellte er vermöge der ersten Gabe die Form einer Menge von Organen fest, deren die neue Technik bedurfte und die heute so verbreitet sind, dass man kaum noch daran denkt, wie sie einst erfunden werden mussten, so befähigte ihn die zweite Gabe, eine Werkstatt für Hunderte von Arbeitern, wie sie bald nöthig wurde, auszurüsten, zu gliedern, zu übersehen und in Ordnung zu erhalten, die richtigen Leute an die richtigen Plätze zu stellen und, ohne seiner Würde etwas zu vergeben, das Vertrauen und die Herzen der Arbeiter zu gewinnen. Was aus dieser Werkstatt hervorging, trug mit dem Namen Siemens und Halske den Stempel höchster mechanischer Vollendung. Halske's Grundsatz und Streben war, jedes Stück bis in die letzte Schraube zu einem möglichst vollkommenen Kunstwerk zu machen, und die Ueberlegenheit Siemens-Halske'scher Arbeit hat auf den seitdem in's Leben getretenen Weltausstellungen stets laute Anerkennung gefunden.

Von der langen Reihe von Erfindungen und Fortschritten in dem täglich sich erweiternden Gebiete der Elektrotechnik, welche sich in ununterbrochenem Strome aus dem Haus in der Markgrafenstrasse ergossen, kann hier um so weniger im Einzelnen die Rede sein, je unmöglicher es wäre, darin den Halske gehörigen Antheil auszusondern. Ich glaube mich beiläufig gesagt nicht zu irren, wenn ich bemerke, dass die in den Laboratorien als Halske'scher Unterbrecher bekannte wichtige Verbesserung des Wagner'schen Hammers nicht mit Recht ausschliesslich unter seinem Namen geht *).

*) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1856. Bd. XCVII. S. 641.

Halske gehörte dem Geschäft, zu dessen Blüthe er so wesentlich beigetragen hatte, dass es ihm schliesslich unheimlich gross wurde, nur bis zum Jahre 1867 an, wo er aus Gründen daraus schied, in welche ihm zu folgen nicht ganz leicht ist. Es scheint, dass eben sein hoher künstlerischer Sinn nicht länger Befriedigung darin fand, ein doch fast unübersehbar gewordenes Getriebe nur von oben her zu beherrschen, für dessen seinem Blick sich entziehende Einzelheiten er keine Verantwortung mehr übernehmen konnte. Uebrigens weiss ich noch mehrere Beispiele von ausgezeichneten mechanischen Künstlern, die in einem gewissen Alter der Beschäftigung entsagten, für die sie doch geschaffen und in der sie unbestrittene Meister waren.

Von hier ab hat Halske seine Bemühungen einem ganz anderen Felde menschlicher Thätigkeit zugewandt, indem er zuerst als Stadtverordneter, dann als unbesoldeter Stadtrath dem Wohl des grossen Berliner Gemeinwesens sich widmete. Wir folgen ihm nicht weiter in diese letzte Lebensperiode. Der physikalischen Gesellschaft, welche so tief in seine Geschicke eingegriffen hatte, und welche ihrerseits stets mit freudigem Stolz auf seine Erfolge blickte, blieb er bis an sein Ende getreu, wenn er auch in unseren Sitzungen nicht mehr erschien, so dass viele unserer jetzigen Mitglieder ihn wohl nie von Angesicht sahen. Noch kurze Zeit vor seinem Tode legte er von dieser Gesinnung Zeugniss ab durch eine bedeutende Zuwendung, welche uns in Stand setzen wird, den erhöhten Ansprüchen an unsere Geldmittel besser gerecht zu werden."

Die Anwesenden erhoben sich zu ehrendem Angedenken des Verstorbenen von ihren Sitzen.

Hr. **Max Planck** sprach darauf

Ueber die Potentialdifferenz zwischen zwei verdünnten Lösungen binärer Elektrolyte.

Der Vortrag behandelte eine neue, für die Praxis wichtige Anwendung der Theorie der Lösungen, wie sie seit Kurzem besonders durch die Arbeiten von F. Kohlrausch, van't Hoff, Arrhenius, Ostwald, Nernst und dem Vortragenden entwickelt worden ist: nämlich die Berechnung der Potentialdifferenz, die sich bei der Berührung zweier verdünnter Lösungen von beliebig vielen binären Elektrolyten ausbildet.

Die Hypothese, welche der ganzen Betrachtungsweise zu Grunde liegt, ist im Grunde genommen negativer Natur, d. h. es wird angenommen, dass auf die Molecüle gelöster Stoffe innerhalb einer verdünnten Lösung keine anderen Kräfte wirken als die, deren Existenz durch besondere Versuche thatsächlich festgestellt ist, das sind 1. die elektrostatischen Kräfte, 2. die osmotischen Kräfte. Die ersteren müssen deshalb angenommen werden, weil nach dem Faraday'schen Gesetz alle Jonen elektrisch geladen sind, und zwar jedes einwerthige gr. Jon (und mit solchen haben wir hier allein zu thun) mit 9628 Elektricitätseinheiten im absoluten elektromagnetischen Maass, positiv oder negativ; die letzteren deshalb, weil nach den Untersuchungen von Pfeffer, van't Hoff u. A. die Molecüle eines gelösten Stoffes unter dem osmotischen Druck stehen, welcher ebensogross ist, als ob dieselbe Anzahl von Molecülen in Gasform denselben Raum einnähme; d. h. 1 g Molecül in 1 ccm bei 18° C. steht unter dem osmotischen Druck von $2{,}414 \cdot 10^{10}$ Dyn auf 1 qcm. Für eine Lösung mehrerer Stoffe gilt wie bei den Gasen das Dalton'sche Gesetz der Partialdrucke. Ob der osmotische Druck „kinetischen" oder „statischen" Ursprunges ist, kommt für das Folgende nicht in Betracht.

Die Lösung muss verdünnt angenommen werden, um solche Kräfte auszuschliessen, welche von specifisch chemischen Wirkungen der Jonen auf einander herrühren und eine theilweise Verbindung derselben zu binären Molecülen bewirken. Denn

nur für eine sehr verdünnte Lösung gilt das Gesetz der unabhängigen Wanderung der Jonen.

Endlich ist wichtig zu bemerken, dass eine Einwirkung des Lösungsmittels (Wasser) auf die gelösten Stoffe jedenfalls nicht stattfindet, solange man Vorgänge im Innern des Lösungsmittels im Auge hat. Denn wenn auch die einzelnen Wassermolecüle gewiss sehr beträchtliche Kräfte auf die einzelnen gelösten Jonen ausüben, so heben diese sich doch alle auf, da sie nach allen Richtungen gleichmässig wirken. Daher sind freilich die Schlüsse, welche man unmittelbar aus dem osmotischen Druck auf die Vorgänge an der Grenze der Lösung, z. B. den Druck auf eine für Wasser undurchlässige Gefässwand, gezogen hat, hinfällig, da hier das Wasser einseitig wirkt und daher mit in Betracht gezogen werden muss.

Um die Bewegungen der Jonen zu finden, muss man ausser den auf sie wirkenden Kräften auch noch ihre Beweglichkeit kennen, d. h. die Geschwindigkeit, welche ein einzelnes Jon bei der Einwirkung der mechanischen Kraft 1 besitzt. Zur Feststellung dieser Grösse genügt die Untersuchung eines speciellen Falls, indem der Quotient gebildet wird aus der beobachteten Geschwindigkeit und der gleichzeitig einwirkenden Kraft. Diese Berechnung hat F. Kohlrausch (Wied. Ann. XXVI, 1885) für eine Anzahl von Jonenarten ausgeführt und nachgewiesen, dass die so erhaltene Zahl für die Beweglichkeit thatsächlich für jede Jonenart constant ist. Mit Hülfe dieser Constanten lässt sich die Mechanik der Jonen vollständig entwickeln, da sie auf die bekannten Grundsätze der Elektrostatik und der Hydrodynamik zurückgeführt ist.

Denken wir uns nun beispielsweise eine verdünnte Lösung, etwa HCl, in Berührung gebracht mit einer Quantität reinem Wasser. Im ersten Augenblick werden gar keine elektrischen Kräfte auftreten, da auf keiner Seite freie Elektricität vorhanden ist, wohl aber osmotische Kräfte, da der osmotische Partialdruck, der für die H-Jonen der nämliche ist wie für die Cl-Jonen, in der Lösung einen endlichen Werth hat, während er im reinen Wasser $= 0$ ist; diese osmotischen Kräfte bewirken den Eintritt

der Diffusion. Da nun die Beweglichkeit der H-Jonen im Verhältniss 272:54 grösser ist als die der Cl-Jonen, so werden die ersteren diesen vorauseilen, jedoch nur um ein Geringes; denn sobald sich der kleinste Ueberschuss von H-Jonen gegen die Cl-Jonen in einem Raume zeigt, treten sofort enorme Mengen freier positiver Elektricität in Wirksamkeit, welche eine Verzögerung der Bewegung des H und eine Beschleunigung der Bewegung des Cl bewirken. Schliesslich wird ein gewisser mittlerer Vorgang resultiren, in welchem die elektrischen Kräfte den osmotischen entgegenarbeiten, so dass gleichzeitig wesentlich die gleiche Anzahl von H- und Cl-Jonen diffundiren. Doch werden immer die ersteren im Wasser, die letzteren in der Lösung etwas überwiegen, d. h. das Wasser ladet sich positiv gegen die Lösung. Aehnliche Betrachtungen lassen sich für die Berührung zweier beliebiger Lösungen anstellen.

In allen Fällen liefert die oben geschilderte Theorie eine bestimmte Differentialgleichung für die eintretende Potentialdifferenz, die zuerst von Nernst (Zeitschr. f. phys. Chem. 4, 1889) für den Fall zweier verschieden concentrirter Lösungen des nämlichen Elektrolyten aufgestellt und integrirt worden ist. Die Integration für den allgemeinen Fall zweier beliebiger Lösungen ist deshalb schwieriger, weil sich verschiedene Werthe der Potentialdifferenz ergeben, je nach den Annahmen, die man über die Art des stetigen Ueberganges der Concentration eines der gelösten Stoffe von der einen Lösung zu der andern macht. Jede dieser Annahmen ist von vorneherein gleich willkürlich; doch lässt sich zeigen, dass es unter allen Zuständen, die man so für die Grenzschicht zwischen beiden Lösungen erhält, nur einen einzigen giebt, der sich nicht unendlich schnell mit der Zeit ändert; daher kann die elektrostatisch gemessene Potentialdifferenz nur diesem einen Zustand entsprechen.

Die hierauf gegründete Berechnung, die demnächst anderen Orts mitgetheilt werden wird, ergiebt so für die Potentiale zweier Lösungen 1 und 2 bei 18° C. in Volt:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2{,}414 . 10^{10}}{9628 . 10^8} . \overset{e}{\log} \xi = 0{,}02507 \overset{e}{\log} \xi ,$$

wobei ξ durch folgende Gleichung bestimmt ist:

$$\frac{\log\frac{c_2}{c_1}-\log\xi}{\log\frac{c_2}{c_1}+\log\xi}\cdot\frac{c_2\xi-c_1}{c_2-c_1\xi}=\frac{U_2\xi-U_1}{V_2-V_1\xi}.$$

Hier bezeichnet c die Summe der Concentrationen (Anzahl gr. Jonen in 1 ccm) aller positiven und zugleich auch aller negativen Jonen in einer Lösung:

$$c=c'+c''+\cdots=\bar{c}'+\bar{c}''+\cdots,$$

während die Grössen U und V durch die Gleichungen:

$$U = u'c'+u''c''+\cdots$$
$$V = v'\bar{c}'+v''\bar{c}''+\cdots$$

definirt sind, in denen die u und v die von F. Kohlrausch aufgestellten Zahlen für die Beweglichkeit bezeichnen.

Wenn sich die Gleichung für ξ auch nicht in geschlossener Form auflösen lässt, so erkennt man doch leicht, dass immer eine positive Wurzel existirt, die nur von den Verhältnissen $c_1 : c_2$ und $U_1 : V_1 : U_2 : V_2$ abhängt und stets zwischen den Werthen $U_1 : U_2$ und $V_2 : V_1$ liegt. Bei Vertauschung der Indices 1 und 2 geht natürlich ξ in $\frac{1}{\xi}$ über. Die Potentialdifferenz ist positiv oder negativ, d. h. $\xi \gtrless 1$, je nachdem

$$U_1+V_2 \gtrless U_2+V_1.$$

Ein Unendlichwerden der Potentialdifferenz tritt nur dann ein, wenn die eine Lösung aus reinem Wasser besteht.

In dem speciellen Falle $c_2 = c_1$ wird:

$$\xi = \frac{U_1+V_2}{U_2+V_1}$$

und wenn ausserdem jede Lösung nur einen einzigen Elektrolyten enthält:

$$\xi = \frac{u'+v''}{u''+v'}$$

unabhängig von der Concentration.

Derartige Potentialdifferenzen sind gemessen worden von Nernst (l. c. p. 166) mit Benutzung der von ihm abgeleiteten Eigenschaften „umkehrbarer Elektroden“. Das Anion war in

allen Lösungen das nämliche (Cl), die Verdünnung $^1/_{10}$ normal. (0,1 g Molecül im Liter). Die theoretischen Zahlen sind berechnet aus der für diesen Fall eintretenden Formel:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 0{,}0577 \log^{10} \frac{u' + v}{u'' + v}$$

mit den Kohlrausch'schen Beweglichkeitszahlen:

H	K	Na	Li	Cl
272	52	32	24	54

	experimentell	theoretisch
HCl | KCl	+0,0285	+0,0282
HCl | NaCl	+0,035	+0,0334
HCl | LiCl	+0,040	+0,0358
KCl | NaCl	+0,0040	+0,0052
KCl | LiCl	+0,0069	+0,0077
NaCl | LiCl	+0,0027	+0,0024

Von den Zahlen der ersten Spalte sind die 3 letzten der Nernst'schen Tabelle entnommen, die 3 ersten verdanke ich einer gütigen brieflichen Mittheilung des Hrn. Nernst, welcher seine Beobachtungen, die mit einer HCl-Lösuug von der Verdünnung 0,086 normal angestellt wurden, auf die Verdünnung 0,1 normal umgerechnet hat. Ueber die Begründung dieses Verfahrens erfolgt demnächst Näheres.

In Anbetracht der Fehlergrenzen, die besonders bei den Beweglichkeitszahlen Einfluss haben, ist die Uebereinstimmung der Theorie mit der Erfahrung durchaus befriedigend, und liefert einen neuen Beweis für die Fruchtbarkeit der neuen Theorie der Lösungen. Es dürfte dies das erste Mal sein, dass die Potentialdifferenz zweier verschiedener Stoffe aus der Theorie voraus berechnet worden ist.

Die Erweiterung der Theorie auf mehrwerthige Jonen ist mit mathematischen Schwierigkeiten verbunden, ebenso die Berücksichtigung des Dissociationsgrades.

Geschenke.

P. Stäckel. Zur Theorie der eindeutiger Functionen. S.-A. Journal f. reine u. angew. Math. H. 2, Bd. 106.

R. Süring. Die vertikale Temperaturabnahme in Gebirgsgegenden in ihrer Abhängigkeit von Bewölkung. Dissert. Berlin 1890.

J. Edler. Untersuchung über die Abhängigkeit der Wärmestrahlung und der Absorption derselben durch Glimmerplatten von der Temperatur. Dissert. 1890.

H. Christ. Anwendung enger Röhren zur Bestimmung des specifischen Gewichtes der Gase. Dissert. 1890.

P. Stäckel. Bewegung eines Punktes auf einer Fläche. Dissert. 1890.

M. Faraday. Experimental-Untersuchungen über Elektricität. Deutsch von G. Kalischer. Bd. II. Berlin: Springer 1890.

P. Hobbs. Berechnungen electrischer Messungen. Deutsch von O. Kietzer. Halle: Knapp 1890.

E. Zetsche. Betrieb elektrischer Telegraphen. Halle: Knapp 1890.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 2. Mai 1890.** Nr. 8.
Ausgegeben am 17. Juni 1890.

Vorsitzender: Hr. E. du Bois-Reymond.

Der Kassirer erstattet über die Einnahmen und Ausgaben des beendeten Geschäftsjahres Bericht und erhält die Entlastung.

Der von ihm vorgetragene Voranschlag für die Einnahmen und Ausgaben des neubeginnenden Rechnungsjahres wird von den Anwesenden einstimmig angenommen.

Die bisherigen Vorsitzenden, Schriftführer und Kassirer werden durch Acclamation wiedergewählt. An Stelle des nach Breslau verzogenen bisherigen Bibliothekars Hrn. C. Dieterici und seines Stellvertreters Hrn. W. Wolff, der nach Spandau übergesiedelt ist, werden Hr. A. Raps zum 1. Bibliothekar und Hr. H. Rubens zum 2. Bibliothekar gewählt.

Der Vorstand der Gesellschaft setzt sich demnach aus folgenden Mitgliedern zusammen:

Ehrenvorsitzender: E. du Bois-Reymond.

Vorsitzender:	Schriftführer:
H. v. Helmholtz,	B. Schwalbe,
1. stellv. Vors.:	1. stellv. Schriftführer:
A. Kundt,	A. König,
2. stellv. Vors.:	2. stellv. Schriftführer:
W. v. Bezold,	R. Assmann,

Kassirer:
G. Hansemann,

1. stellv. Kass.:
W. Brix,

2. stellv. Kass.:
E. Lampe,

} zugleich Revisoren.

Bibliothekar:
A. Raps,

stellv. Bibl.:
H. Rubens.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. Sitzung vom 16. Mai 1890. Nr. 9.
Ausgegeben am 17. Juni.

Vorsitzender: Hr. E. du Bois-Reymond.

Hr. **A. Köpsel** sprach

über einen Apparat zur Aichung und Normalbestimmung der Torsionsgalvanometer von Siemens & Halske.

Die Normalbestimmung der Torsionsgalvanometer von Siemens und Halske mit dem Silbervoltameter hat den Uebelstand, dass man die Bestimmung nur für einen Cardinalpunkt vornehmen kann, wenn man umständliche und zeitraubende Arbeiten vermeiden will; im Uebrigen muss man sich auf die Gleichmässigkeit der angewendeten Torsionsfeder des Normalinstrumentes verlassen. Liegt das Torsionsgalvanometer, wie meist bei dieser Bestimmung, im Nebenschluss zu einem bekannten Widerstand, so kommen noch die durch Aenderungen der Zimmertemperatur hervorgebrachten Fehler hinzu und es können hierdurch Fehler, welche mehrere pro mille betragen, kaum vermieden werden.

Eine Methode, welche alle diese Uebelstände vermeidet und welche gestattet, eine genaue Aichung des Galvanometers von 10 zu 10° vorzunehmen, will ich in Folgendem angeben und den hierzu bestimmten Apparat, welcher in der Werkstatt des Laboratoriums des Charlottenburger Werks von Siemens & Halske angefertigt wurde in vollständiger Ausführung vorzeigen.

Ich benutze zur Aichung das jetzt vielfach empfohlene Clark-Element und zur Normalbestimmung das Silbervoltameter mit Zuhilfenahme des Clark-Elementes. In einem Stromkreis sind ein Accumulator, ein Rheostat, das Torsionsgalvanometer

(1 Ohm)*), ein Silbervoltameter und ein Widerstand von 17 gleichen Rollen von je 143,3 Ohm, welche sich alle durch Stöpsel parallel schalten lassen, hintereinandergeschaltet. An letzterem Widerstand ist ein Zweigstromkreis angeschaltet, welcher das CLARK-Element, ein Spiegelgalvanometer, einen Graphitwiderstand, von ca. 100000 Ohm und einen Taster enthält. Da das CLARK-Element eine elektromotorische Kraft von 1,433 Volt. bei 20° C. (der durchschnittlichen Zimmertemperatur) besitzt, so herrscht in dem erstgenannten Stromkreise ein Strom von 0,01 Amp. sobald die Spannung an den Enden des Widerstandes von 143,3 Ohm durch das CLARK-Element compensirt ist. Bei diesem Strome muss das Torsionsgalvanometer, falls es richtig ist, einen Ausschlag von 10° zeigen, zeigt es denselben nicht, so ist die Abweichung, bis auf kleine Temperaturcorrectionen (des CLARK-Elementes), gleich der anzubringenden Correction, gleichgültig, welches die Temperatur des Torsionsgalvanometers ist. Einer Ablenkung von 20° am Torsionsgalvanometer entspricht ein Strom von 0,02 Amp., dieser wird erhalten durch Compensation der Spannung an den Enden zweier parallel geschalteter Widerstände von je 143,3 Ohm; diese Spannung ist wieder gleich 1,433 Volt. d. h. die elektromotorische Kraft des CLARK-Elementes bei 20° C. Bei Parallelschaltung von 3, 4 u. s.w. bis 17 Rollen von je 143,3 Ohm und entsprechender Steigerung der Stromstärke auf 0,03, 0,04 u. s. w. bis 0,17 Amp. erhält man immer dieselbe Spannung von 1,433 Volt. an den Enden des Widerstandes und die entsprechenden Ablenkungen des Torsionsgalvanometers von 30, 40 u. s. w. bis 170°, deren Abweichungen dann direct die Correction ergeben. Das oben erwähnte Silbervoltameter ist bei diesen Messungen durch Kurzschluss ausgeschaltet. Dieser Kurzschluss wird aufgehoben, sobald eine Normalbestimmung vorgenommen werden soll; man schaltet dann alle 17 Widerstände parallel und arbeitet mit einem Strom von 0,17 Amp., welcher für diese Bestimmung vollkommen ausreicht. Während dieser Zeit hat man nur die

*) Die Aichung der Torsionsgalvanometer von 100 Ohm Widerstand kann mit diesem Apparat nur bei 100° Ablenkung vorgenommen werden.

Compensation aufrecht zu erhalten, das Torsionsgalvanometer wird nur anfangs zur vorläufigen Einstellung gebraucht, dann durch einen gleichwerthigen Widerstand ersetzt, aus der hierbei erhaltenen Stromstärke erhält man, wenn die Widerstände (143,3 Ohm) richtig sind, die elektromotorische Kraft des Clark-Elementes in leicht ersichtlicher Weise. Letztere Bestimmung wird bei den guten Eigenschaften, welche man dem Clark-Element nachrühmt, höchstens alle 6 Monat wünschenswerth erscheinen.

Der Apparat, welcher alle hierzu nothwendigen Messinstrumente enthält, wurde hierauf vorgezeigt und demonstrirt.

Hr. **A. Köpsel** berichtete darauf

über eine neue Art von Widerständen für hohe Stromstärken.

Die Benutzung einer Wasserkühlung für Widerstände, welche hohe Stromstärken auszuhalten bestimmt sind, ist schon vielfach versucht worden, jedoch hat hierbei stets die elektrolytische Zersetzung des Leiters ein Hinderniss gebildet. Versuche, welche ich im Laboratorium des Charlottenburger Werkes von Siemens und Halske mit derartigen Widerständen angestellt habe, verfolgten das Ziel, die hohe Verdampfungswärme des Wassers zur Kühlung zu benutzen. Ich erlaube mir, deshalb eine eigentlich technische Angelegenheit hier zur Sprache zu bringen, weil die Versuche physikalisch in sofern von Interesse sind, als sie zeigen, mit welchem Vortheil man die sehr hohe Verdampfungswärme des Wassers zur Verrichtung von Energie anwenden kann.

Es wurden zu diesem Zweck Messingröhren benutzt, die mit einem Wasserreservoir communicirten. Durch diese Röhren wurden Ströme von solcher Stärke geschickt, dass dieselben das mit Luft gefüllte Rohr zum Glühen gebracht hätten. Sind die Röhren mit Wasser gefüllt, so beginnt dieses alsbald zu kochen und wenn durch geeignete Verbindung der Röhren mit dem Reservoir dafür gesorgt ist, dass dieselben nie leer werden, so wird das Rohr nie eine Temperatur über 100° C. annehmen können. Auf diese Weise gelang es, durch Messingröhren von 6,5 mm Durchmesser und 1 mm Wandstärke Ströme bis zu

500 Amp. zu schicken. In 4 solchen Röhren von 0,027 Ohm Widerstand konnte eine Energie von 7000 V.-A. d. h. rund 10*HP* vernichtet werden.

Ein anderer Widerstand, dem dasselbe Princip zu Grunde liegt, der aber wesentlich anders construirt ist, dürfte desshalb einiges Interesse bieten, weil er für die Messung der Energie an Wechselstromsystemen einige Bedeutung erlangen könnte. Man ist bei derartigen Messungen oft gezwungen, grosse inductionslose constante Widerstände für hohe Stromstärken herzustellen. Mit welchen Schwierigkeiten dies verknüpft ist, werden alle diejenigen wissen, welche jemals in diese Lage gekommen sind.

Ich benutzte zu diesem Zweck einen Patentnickeldraht von 3 mm Durchmesser, welcher mit doppelter Baumwollumspinnung von 0,15 mm Stärke versehen wurde; derselbe wurde mit Wachsmasse getränkt und mit Blei umpresst an die Enden wurden kupferne Zuleitungsseile gelöthet, isolirt und hierüber ein etwas weiteres Bleirohr gezogen, welches mit dem erstgenannten Bleirohr gut verlöthet wurde. Ein solcher Draht kam zu bifilaren Spiralen gewickelt in einen Wasserbottich von 0,1 cbm Inhalt, so dass die Löthstellen der Enden noch ungefähr 5 cm unter Wasser tauchten. Der Versuch ergab, dass der Draht 92 Amp. d. h. 12,6 Amp. pro mm^2 noch gut aushielt; das Wasser erwärmte sich dabei in $1^1/_4$ Stunde von 21° C. bis zum Kochen und kochte dann gleichmässig weiter ohne auffallende Erscheinungen. Es wurden hierbei in dem Draht 10000 V.-A. vernichtet, Messungen der Stromstärke und Spannung ergaben, dass bis zu der erwähnten Stromstärke die Temperatur des Drahtes gleich der des umgebenden Wassers gesetzt werden konnte. Die Widerstandsänderung würde demnach unter den erwähnten Umständen noch nicht 2 pCt. betragen. Ein solcher Widerstand würde eine bequeme Benutzung der POITIER'schen Methode zur Messung der Energie von Wechselströmen gestatten, vorausgesetzt dass die hohe Capacität eines solchen Widerstandes nicht weitere Complicationen involvirt. Versuche werden hierüber den besten Aufschluss ergeben. Die hohe Isolation eines solchen Widerstandes ist ferner ebenfalls ein Vortheil, welcher nicht zu übersehen ist.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 30. Mai 1890.** Nr. 10.
Ausgegeben am 9. August 1890.

Vorsitzender: Hr. A. Kundt.

Hr. **A. Leman** sprach über

eine neue Methode zur absoluten Bestimmung der Schwingungszahlen von Stimmgabeln.

Der Vortrag schliesst an an den in der Sitzung vom 24. Jan. d. J. gehaltenen, über welchen in No. 2 der Verhandlungen berichtet worden ist. Die Aufgabe kann aufgefasst werden als die genaue Bestimmung des Verhältnisses der beiden Zeitintervalle, in welchen die zu prüfende Stimmgabel einerseits und das Secundenpendel andrerseits je eine Schwingung ausführt. Sämmtlichen bislang in Anwendung gebrachten Methoden, so verschieden sie auch je nach den benutzten Hilfsmitteln äusserlich erscheinen mögen, liegt, wie dies in dem früheren Vortrage eingehend erörtert wurde, doch immer ein und dasselbe Princip zu Grunde. Da die zu prüfende Gabel in der freien Ausführung ihrer Schwingungen in keiner Weise behindert werden darf, so wird ein indirecter Weg beschritten und noch ein dritter, in periodischer Bewegung befindlicher Körper, der mit einer mechanischen Zählvorrichtung in Verbindung steht, zu Hilfe genommen. Es wird nun einerseits die Zeitdauer bestimmt, d. h. mit der Schwingungsdauer des Pendels verglichen, in welcher dieser Hilfskörper eine Periode vollendet, andrerseits wieder das Verhältniss ermittelt, in welchem dieses Zeitintervall zu dem für

eine Schwingung der Stimmgabel erforderlichen steht. Hierbei hat man es in der Hand, durch geeignete Hilfsmittel die Bestimmung der letzteren Grösse auf eine blosse Differenzmessung zurückzuführen, die sich in verhältnissmässig sehr kurzer Zeit mit grosser Genauigkeit bewerkstelligen lässt, während die Ermittelung der Periodendauer des unabhängig bewegten Hilfskörpers den eigentlich absoluten Theil der ganzen Beobachtung bildet und demzufolge auch mit der grösseren Schwierigkeit behaftet ist.

Theoretisch ist eine solche allerdings kaum vorhanden, sie tritt aber in der praktischen Durchführung meist recht fühlbar hervor, wenn eine möglichst weitgehende Genauigkeit gefordert wird. Diese bedingt nämlich stets entweder eine so grosse Beobachtungsdauer, dass während derselben die fundamentale Voraussetzung einer vollkommen rein periodischen Bewegung des Hilfskörpers nicht mehr mit voller Sicherheit zulässig erscheint, oder, wie bei der graphischen Methode, eine übergrosse Empfindlichkeit gegen äussere störende Einflüsse. Auch bei den von der Physikalisch-technischen Reichsanstalt zur Bestimmung der Schwingungszahlen ihrer Normalstimmgabeln benutzten beiden Methoden, mittels des phonischen Rades und mittels des graphischen Verfahrens, machten sich, obwohl beide theoretisch vollkommen einwandfrei erscheinen und auch durchaus befriedigende Ergebnisse geliefert haben, in der praktischen Ausführung diese eigenartigen Missstände sehr bemerklich. Sie wurzeln in der technischen Schwierigkeit, schnelle periodische Bewegungen mit verbürgbarer Sicherheit für längere Zeit vollkommen rein zu erhalten und müssen deshalb auch allen anderen, auf gleichem Fundamente ruhenden Methoden anhaften, wenn sie auch mehr oder weniger offen zu Tage treten mögen und sich auf sehr verschiedenartige Weise äussern können.

Die neue Methode fusst auf einem anderen Principe und geht darauf hinaus, zunächst wenigstens für den bestimmten speciellen Fall der Musikstimmgabeln von 435 ganzen Schwingungen die oben präcisirte Aufgabe auf ganz directem Wege zu lösen. Sie ist aber auch einer weit allgemeineren Anwendung

fähig und kann gleichzeitig als ein Mittel zur endgiltigen Lösung des erwähnten technischen Problemes angesehen werden. Sie verwendet zwar ebenfalls, um die Ermittelung des Verhältnisses der beiden Zeitintervalle auf eine Differenzbestimmung zurückzuführen, periodisch bewegte Hilfskörper, mit dem wesentlichen Unterschiede jedoch; dass dieselben ihre Bewegung nicht mehr unabhängig ausführen, sondern in gezwungener, von der Schwingung des Secundenpendels einer astronomischen Uhr, welche ja die Grundlage der Zeitmessung abgiebt und für den in Rede stehenden Zweck dauernd als absolut rein periodisch zu betrachten ist, abgeleiteten Weise. Der Weg, auf welchem dies erreicht wird, ist im Wesentlichen nur eine Weiterführung des von Hrn. v. Helmholtz bei der Construction seines Vocalapparates*) angewandten Verfahrens, erzwungene Schwingungen von bestimmmtem Verhältniss ihrer Periodendauer zu derjenigen einer ursprünglich gegebenen Schwingungsbewegung zu erzeugen.

Das Secundenpendel schliesst bei jedem Durchgange durch seine Ruhelage mittels Quecksilbercontactes auf einen Moment einen elektrischen Stromkreis. In diesen ist eine Drahtrolle eingeschaltet, welche an einer Feder aufgehängt, die Linse eines zweiten Pendels bildet, dessen Schwingungsebene senkrecht zur Ebene der Drahtwindungen steht. In regulirbarem Abstande seitlich von der Ruhelage dieses Pendels ist ein nach passendem Radius gekrümmter Magnetstab so befestigt, dass er bei den Schwingungen der Rolle mit dem einen Pole in deren Höhlung eintaucht, ohne jedoch irgendwo zu berühren. Bei jedem Stromschluss durch das Hauptpendel erfährt die Rolle einen kurzen, stets nach derselben Seite hin gerichteten, Impuls und geräth dadurch in kleine Schwingungen, die im Allgemeinen allerdings sehr unregelmässig sind, aber allmälig zu einer erheblichen Amplitude anwachsen und vollkommen regelmässig werden, wenn die eigene Schwingungsdauer des secundären Pendels in einfachem Verhältniss zu der des Hauptpendels steht. Innerhalb gewisser Grenzen ist dabei eine Abweichung von dem reinen

*) Helmholtz, die Lehre von den Tonempfindungen, Braunschweig, Vieweg & Sohn 1863. Sechster Abschnitt S. 184—187.

Verhältniss ohne Belang; ihr störender Einfluss wird durch eine geringe Phasenverschiebung beim jedesmaligen Eintritt eines neuen Impulses ausgeglichen. — Diese Einrichtung entspricht vollständig derjenigen vereinfachten Modification des zuerst von Jones in Chester*) etwa im Jahre 1847 angegebenen Systems der sympathischen Regulirung von Uhren, welche bei den öffentlichen Normaluhren in Berlin in Anwendung ist. — Die Länge dieses auf die angegebene Weise in erzwungener Schwingung erhaltenen Pendels ist nun so regulirt, dass es 4 einfache Schwingungen in der Secunde macht und also bei jeder vierten einen neuen Antrieb erhält. Während der zwischenliegenden drei leeren Schwingungen nimmt seine Energie nur ganz unmerklich ab und die Amplitude passt sich der geforderten Schwingungsdauer derart an, dass seine Bewegung eine so gut wie vollkommen rein periodische wird. Dasselbe schliesst wiederum mittels Quecksilbercontactes bei jedem Durchgange durch seine Ruhelage einen zweiten elektrischen Stromkreis, welcher einen zwischen den Schenkeln einer horizontal befestigten, langen und mit schweren Gewichten an den Enden ihrer Zinken versehenen Stimmgabel gelagerten Elektromagnet enthält. Diese Stimmgabel ist mittels kleinerer Schiebegewichte auf möglichst genau 12 ganze Schwingungen in der Secunde gebracht, erhält somit durch den Elektromagnet bei jeder dritten Schwingung einen neuen Antrieb und wird, da wiederum kleine Differenzen durch Phasenverschiebung ausgeglichen werden, durch das secundäre Pendel in gleicher Weise wie dieses durch das Hauptpendel in dauernder und gleichförmiger Schwingungsbewegung erhalten. Sie erregt ihrerseits auf analogem Wege eine zweite, ähnlich eingerichtete, aber kleinere Stimmgabel, die möglichst gut auf 72 ganze Schwingungen justirt ist und diese endlich eine auf einem Resonanzkasten befestigte von $6 . 72 = 432$ ganzen Schwingungen. Es ist einleuchtend, dass wenn nur überhaupt eine der Stimmgabeln durch die vorangehende, bezw. das Pendel in gleichmässiger Schwingung erhalten wird, sie

*) Nature 1879 Vol. XX S. 346.

auch die vorgeschriebene Periodendauer mit aller Strenge innehalten, und dass somit insbesondere, solange die letzte einen Ton von constanter Intensität ausgiebt, ihre Schwingungszahl absolut genau 432 betragen muss. Mit ihr kann dann die zu prüfende Normalstimmgabel von näherungsweise 435 ganzen Schwingungen durch eine der bekannten Differenzmethoden, z. B. Zählung der Schwebungen verglichen werden.

Der beschriebene, verhältnissmässig nicht sehr complicirte Apparat wurde der Versammlung vorgelegt und einige Zeit hindurch in Thätigkeit gesetzt, wobei die verschiedenen Stromkreise von einer gemeinschaftlichen, aus zwei hintereinandergeschalteten Accumulatoren bestehenden, Batterie abgezweigt wurden. Er ist erst kürzlich in der Werkstatt der Physikalisch-technischen Reichsanstalt fertiggestellt worden, sodass noch keine systematischen Beobachtungsreihen, sondern nur zwei einzelne Versuche damit angestellt werden konnten, deren Ergebnisse sich jedoch in sehr guter Uebereinstimmung mit den durch die beiden früheren Methoden gewonnenen befinden.

Eigenthümlich ist daran die Einrichtung der Quecksilbercontacte der beiden Stimmgabeln von 12 und 72 Schwingungen, die vor der gewöhnlich bei elektrisch erregten Stimmgabeln angewandten Art erhebliche Vortheile gewährt. Bei diesen trägt in der Regel nur die eine Zinke einen Contactsstift aus Platindraht, welcher im Ruhezustande die Quecksilberoberfläche nicht berührt, sondern erst bei einem gewissen Ausschlage einzutauchen beginnt. Die Stromschlüsse erfolgen dann also bei jeder ganzen Schwingung einmal und zwar in der Nähe der Umkehr. Hierbei wird jedoch sowohl Eintritt als Dauer des Stromschlusses in um so höherem Grade von der Amplitude der Schwingung abhängig, je kürzer das normale Mass der Stromdauer gewählt ist. Soll aber eine Stimmgabel *A* eine zweite *B* von *n*-facher Schwingungszahl in Bewegung erhalten, so darf, wie leicht einzusehen, die Stromdauer von $1/n$ der ganzen Schwingungsdauer von *A* nicht erreichen und muss, um das günstigste Resultat zu erhalten, in der Nähe von $^1/_2 n$ gehalten werden. Hieraus folgt, dass schon recht geringfügige zufällige Schwankungen in der Grösse der

Amplitude einer der beiden Zwischenstimmgabeln sogleich Störungen im regelmässigen Gange der darauf folgenden nach sich ziehen müssen. Um diesem Uebelstande zu begegnen, sind hier Doppelcontacte in der Weise eingerichtet worden, dass jede Zinke einen Contactstift trägt. Beide tauchen im Ruhezustande gleich tief in je eine Quecksilberkuppe ein und vermitteln so durch den Körper der Gabel hindurch den Stromschluss. Sie stehen senkrecht zu den Zinken, parallel der Schwingungsebene, sind aber beide nach Unten gerichtet, daher wird bei einem gewissen Ausschlage nach Aussen der obere aus dem Quecksilber herausgehoben, während der untere noch tiefer eintaucht, bei einem gleichen Ausschlage nach Innen gerade umgekehrt. Die Folge davon ist, dass der Strom bei jeder ganzen Schwingung zweimal und zwar beim Durchgange der Zinken durch die Ruhelage geschlossen und sogleich wieder unterbrochen wird. Daraus entsteht einerseits der Vortheil, dass durch die Verdoppelung der Impulse die Erregung der folgenden Gabel eine noch sichrere wird, andrerseits geht dabei jetzt die Abhängigkeit von der Grösse der Amplitude auf ein ganz unerhebliches Mass herab. Allerdings sind auf diesem Wege nur noch geradzahlige Uebersetzungsverhältnisse möglich, eine Beschränkung, die aber in dem vorliegenden Falle ohne Bedeutung war. Die Quecksilbernäpfchen sind selbstverständlich mikrometrisch verstellbar; durch eine entsprechend starke Verstellung lässt sich auch die andere Form des Stromschlusses herbeiführen. Diese, in Folge der rasch aufeinanderfolgenden Unterbrechungen durch die Funkenbildung am stärksten gefährdeten Contacte sind zum Schutze gegen das schnelle Verderben auf Vorschlag des Hrn. Prof. Kundt mit einer continuirlich tropfenweise erfolgenden Wasserspülung versehen worden*), die sich so gut bewährt, dass selbst nach stundenlangem Gange die Quecksilberoberflächen noch spiegelblank bleiben; bei den Contacten der beiden Pendel ist eine solche Vorsichtsmaassregel nicht erforderlich.

*) Nach Mittheilung von Hrn. Prof. Kundt bei physiologischen Apparaten wahrscheinlich zuerst angewendet von Hrn. Prof. H. Kronecker in Bern.

Das Functioniren des Apparates wird natürlich um so vollkommener und sicherer, je genauer die einzelnen Glieder auf die richtige Schwingungsdauer justirt sind. Bei den unteren Stufen sind selbstredend erheblich grössere Abweichungen von der vollkommenen Richtigkeit zulässig, als bei den oberen; hier bleiben deshalb auch die Veränderungen durch die Temperatur noch ganz ohne Einfluss. Bei den Stimmgabeln mit grösseren Schwingungszahlen und also namentlich bei den letzten beiden, bringen jedoch Temperaturveränderungen von einigen Graden schon merklich störende Unrichtigkeiten hervor. Dieselben müssen dann jedesmal vor Beginn eines Versuches durch Verstellen der zu diesem Zweck auf den Zinken angebrachten Schiebegewichte compensirt werden. Dies gelingt leicht, wenn man auf die Amplitude der betr. Gabel achtet. Wenn die Justirgewichte sehr weit von ihrer richtigen Stelle entfernt sind, so kommt die Gabel unter der Wirkung der Stromimpulse entweder gar nicht oder nur ganz unregelmässig ruckweise in schwache Bewegung. Ist die Stellung besser, aber noch nicht ganz hinreichend, so tritt, wie sich ja auch leicht erklären lässt, ein periodisches Anwachsen und Abnehmen der Amplitude auf, welches sich bei der laut tönenden letzten Gabel auch durch eine schwebungsartige Veränderung der Tonintensität zu erkennen giebt. Dabei ist sofort einzusehen, dass zwischen zwei aufeinanderfolgenden Anschwellungen die Amplitude nothwendig durch Null hindurchgehen muss. Die Perioden werden um so länger, je weiter die Stellung der Justirgewichte noch verbessert wird, jedoch nur bis zu einer gewissen Grenze, von der ab sie völlig verschwinden und einem ganz gleichmässigen Bewegungszustande Platz machen. Dies ist das Kriterium dafür, dass jezt die erzwungene Schwingungsform eingetreten ist, bei wecher nur noch die, höchstens schwachen Schwankungen unterworfene, Grösse der Amplitude von der Güte der letzten Justirung abhängig ist.

Was nun die allgemeinere Anwendung der Methode auf andere Schwingungszahlen anlangt, so ist sogleich zu übersehen, dass alle diejenigen absolut genau erzwingbar sind, welche sich in Factoren von hinreichender Kleinheit zerlegen lassen. Es

käme also wesentlich nur darauf an, wie weit man mit dem Uebersetzungsverhältniss von einer Stimmgabel zur nächsten gehen kann. Hierüber liegen allerdings praktische Erfahrungen in genügendem Umfange nicht vor. Dass man unter den Primzahlen die 7 noch benutzen kann, darf jedoch als feststehend angesehen werden; ein an der Reichsanstalt gemachter Versuch, mit dem obigen Apparat noch eine Stimmgabel von 7.72 = 504 Schwingungen zu betreiben, um danach eine eingesandte Gabel auf genau 500 abzustimmen, gelang noch recht gut. Es erscheint demnach nicht ausgeschlossen, auch noch die Uebersetzungsverhältnisse 11 u. 13 herausbringen zu können, wenngleich dabei vielleicht doch schon erheblichere Schwierigkeiten eintreten dürften. Hiermit würde man indess, mit wenig besonderen Ausnahmen, schon immer passende Combinationen treffen können, um eine Tonquelle von beliebiger Schwingungszahl durch Differenzbeobachtung, schlimmsten Falles unter Einschaltung noch eines Zwischengliedes prüfen zu können. Ueber eine gewisse obere Grenze würde man allerdings auf diesem Wege nicht hinauskommen, weil bei Quecksilbercontacten erfahrungsmässig die Anzahl der in der Secunde erreichbaren Stromunterbrechungen nicht beliebig hoch gegriffen werden kann, sog. trockene Contacte aber wegen des starken Hindernisses, welches sie den Schwingungen entgegensetzen, für diesen Zweck kaum anwendbar sein möchten. Indess giebt es ein einfaches Mittel, noch viel weiter zu kommen. Es steht nämlich Nichts im Wege, in die Reihe der aufeinanderwirkenden Stimmgabeln an passender Stelle ein phonisches Rad einzuschalten, welches dann in erzwungener Rotationsbewegung erhalten wird. Steckt man auf die Axe desselben eine metallene gezahnte Scheibe, deren Zähne mit einer daran schleifenden Feder Contact machen, so kann man durch die völlig unbeschränkte Wahl der Zähnezahlen, sowohl des Rades als auch der Contactscheibe, nicht allein noch höchst verwickelte Uebersetzungsverhältnisse realisiren, sondern auch die Zahl der Unterbrechungen beliebig steigern. Für sehr hohe Tonlagen würde man freilich durch das Rad nicht mehr

wohl eine Stimmgabel, dafür aber eine Telephonmembran in Bewegung setzen können.

Dass übrigens eine derartige, so gut wie vollkommen gleichförmige Rotationsbewegung von genau bekannter Geschwindigkeit auch für manche andere Zwecke nutzbar gemacht werden könnte, möge nebenher erwähnt werden.

Es lässt sich nicht leugnen, dass die beschriebene Methode im Princip grosse Aehnlichkeit mit der von R. König in Paris mittels seiner Stimmgabeluhr*) durchgeführten zu besitzen scheint. Bei dieser greift eine Stimmgabel von ziemlich niedriger Schwingungszahl (64 ganze Schw. in der Sec.) mittels eines, einem Graham'schen Haken ähnlichen Körpers, der an dem Ende einer ihrer Zinken befestigt ist, in das Steigrad eines Uhrwerkes, regulirt auf diese Weise den Gang des letzteren und wird dabei selbst in dauernder Schwingung erhalten. Mit dieser Stimmgabel wird dann die zu prüfende auf optischem Wege direct, event. unter Einschaltung von Zwischengliedern, durch Differenzbestimmungen verglichen. Es scheint also thatsächlich hier genau derselbe Grundgedanke befolgt, wie bei der oben beschriebenen Methode. Die Ueberstimmung ist aber doch nur eine scheinbare, denn die Uhrgabel kann wieder nicht wohl anders als ein unabhängig bewegter Hilfskörper angesehen werden, dessen Periodendauer erst durch Vergleichung mit dem Secundenpendel absolut bestimmt werden muss. Die Schwingungsdauer der Uhrstimmgabel kann sicher nicht in gleichem Masse als für längere Zeitabschnitte unveränderlich angesehen werden, als diejenige eines gegen den Einfluss von Temperatur- und Luftdruckschwankungen compensirten und direct durch astronomische Zeitbestimmungen controlirbaren Secundenpendels einer Uhr ersten Ranges, wie ja auch die Stimmgabeluhr für wirkliche Zeitangaben im Ernst nicht Verwendung finden wird.

Ausserdem aber wird auch die neue Methode nicht von dem theoretischen Einwande betroffen, der schon früher gegen die König'sche erhoben worden ist. Diese leidet an dem Umstande,

*) Wiedem. Ann. N. F. IX, S. 394.

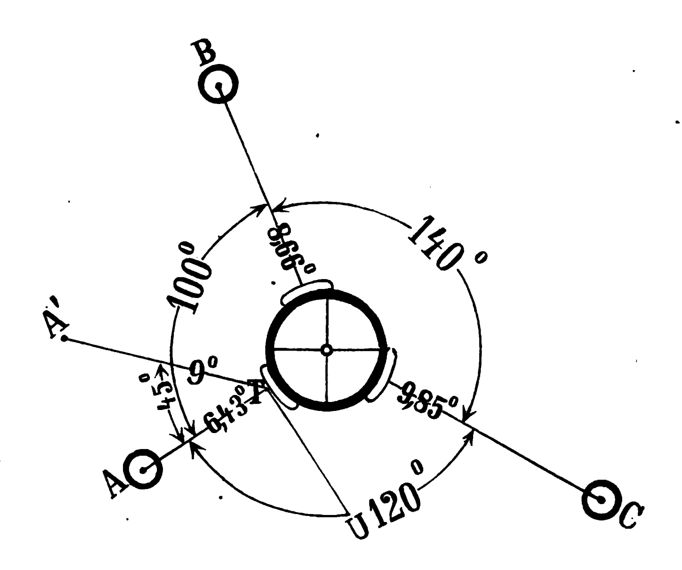
dass so schnell gehende Echappements, des nothwendig sehr seichten Eingriffes wegen, erfahrungsmässig nur unter der Voraussetzung äusserst sorgfältiger Ausführung sicher functioniren und selbst dann noch, oft in Folge sehr geringfügiger Abnutzung, dazu neigen, Zähne des Steigrades durchschlüpfen zu lassen. Eine solche Unregelmässigkeit des Uhrwerkes wird allerdings am Springen des Zeigers erkennbar, bleibt jedoch bei dem sehr schnellen Fortrücken des letzteren leicht unbemerkt, solange die Sprünge nicht mehrere Zähne mit einem Male umfassen. Das Schlimmste ist aber dabei, dass der hierdurch bedingte Fehler gewöhnlich mit einer gewissen Regelmässigkeit periodisch wiederkehrt und daher die Uebereinstimmung der Resultate untereinander nicht beinträchtigt, sondern eine systematische Unrichtigkeit aller herbeiführt.

Hr. **O. Reichel** zeigte darauf

einige Vorlesungsversuche zum Parallelogramm der Kräfte.

Zunächst wurde hingewiesen auf die mittelst Curven, welche durch eine Stimmgabel aufgeschrieben waren, ausgeführte experimentelle Herleitung des Satzes, dass die Maximalgeschwindigkeit eines Pendels bei kleiner Schwingungsweite proportional der letzteren ist; siehe Zeitschr. für phys. und und chem. Unterricht, Berlin 1889, Jahrg. II, S. 265; sodann auf die ebendaselbst angegebene theoretische Herleitung des Parallelogramms der Kräfte aus dem auf Versuche gestützten Begriff der Gleichheit zweier Massen; und hierauf wurden die Versuche zum Parallelogramm der Kräfte selbst vorgeführt: Drei Pendel (Pendellängen 2 m), gusseiserne Kugeln von je 1034 g, waren so aufgehängt, dass sie in ihren Ruhelagen einen ebenso als Pendel aufgehängten, horizontal schwebenden leichten Ring aus Pappelholz (Durchmesser 32 cm) berührten. Die Pendel wurden aus ihren Ruhelagen entfernt innerhalb dreier Verticalebenen, welche Winkel von 100°, 120°, 140° mit einander bildeten (siehe Figur) und zwar um Ablenkungswinkel von 6,43°; 8,66°; 9,85°;

und wurden hierauf gleichzeitig, und zwar elektromagnetisch ausgelöst. Sie schlugen dann auch zu gleicher Zeit an den



Ring, welcher an den bezüglichen Stellen mit Lagen von gehörig weichem, klebenden Wachs (Zusatz von Vaselin etc.) versehen war und vernichteten gegenseitig ihre Bewegungen vollständig. Wurde einer der Aufhebungswinkel ververgrössert oder verkleinert, so bewegte sich das ganze System in entsprechender Weise.

Derselbe Apparat wurde benutzt zum Nachweis, dass, wenn eine Kugel in schiefem Stoss auf eine einem Entlanggleiten keinen Widerstand entgegensetzende Fläche trifft, sie nur mit der rechtwinkelig zur letzteren stehenden Componente der Stosskraft („Quantität der Bewegung“) auf die Fläche wirkt. Hergestellt war die Fläche dadurch, dass an die Wachslage bei *T* ein der Rundung des Ringes entsprechendes, auf der Aussenseite befettetes Stück Messingblech angeklebt war. Die Kugeln *B* und *C* waren nun abgelenkt wie beim ersten Versuch, die dritte Kugel aber war nicht in die Stellung *A*, sondern in eine Stellung *A'* gebracht, sodass ihre Schwingungsebene einen

Winkel von 45° mit der vorigen *AT* bildete; und zwar erhielt die Kugel die Ablenkung

$$TA' = TA.\sqrt{2} = 6{,}43^{\circ}.1{,}41 = 9^{\circ}.$$

Wurde nun der die Pendel festhaltende Strom geöffnet, so kamen durch den Zusammenstoss die Kugeln *B* und *C* mit dem Ring gemeinschaftlich zum Stillstand, während die dritte Kugel in tangentialer Richtung *TU* und mit entsprechender Schwingungsweite sich hin und her bewegte (falls noch vor ihrem Zurückkommen der Ring ein wenig zurückgezogen wurde).

Zum sicheren Gelingen ist nöthig, dass vor jedem Versuch die Wachslagen gehörig weich geknetet seien.

Das Festhalten der Kugeln, früher mit Hülfe von Fäden ausgeführt, wurde jetzt durch unmittelbare Berührung mit dem Elektromagneten bewirkt; infolge dessen brauchte nur ein einziges Flaschenelement angewendet zu werden. Die Ausführung der Apparate ist von Hrn. Rönne, Charlottenburg, Bismarck-Strasse 98.

Hr. **E. Pringsheim** sprach dann

Ueber Solarisationsversuche.

Der Vortragende legte der Gesellschaft einige photographische Platten vor, welche er angefertigt hat, um die Solarisationserscheinungen bei Bromsilbergelatineplatten zu demonstriren. Durch sehr starke Ueberexposition (20 resp. 40 Min., statt der zur Hervorbringung eines guten Negativs ausreichenden Expositionszeit von etwa $^1/_4$ Sekunde) und nachheriges Entwickeln mit gewöhnlichem Hydrochinonentwickler wurden Diapositive direct erzeugt, welche alle Details klar wiedergaben. Bei kürzerer Exposition ($1^1/_2$, 5 und 10 Minuten) wurden 3 Platten erhalten, von denen die eine ein vollständiges Negativ darstellt, die beiden anderen an den Stellen stärksten Lichtes positiv, an den dunkleren Parthien negativ waren.

Ausserdem wurde eine Platte in einer gewöhnlichen Cassette dem directen Sonnenlicht so ausgesetzt, dass durch all-

mähliches Vorrücken des Schiebers die verschiedenen Theile der Platte, verschieden lange exponirt wurden. Darauf wurde die Platte in 3 Streifen zerschnitten, von denen der eine entwickelt und fixirt, der zweite nur in unterschwefligsaurem Natron fixirt und der dritte unverändert im Dunkeln aufbewahrt wurde. Der entwickelte Theil der Platte zeigte, analog den Versuchen von JANSSEN*) zwei Maxima der Schwärzung, das eine bei einer minimalen Belichtungsdauer im diffusen Tageslicht, das zweite bei einer Expositionszeit von 12 Stunden im directen Sonnenlicht; dazwischen war eine Stelle mit einer Belichtungsdauer von etwa 1 Minute im Sonnenlicht ungeschwärzt. Die nicht entwickelten Streifen ergaben eine mit der Belichtungsdauer stetig fortschreitende Dunkelfärbung, welche auch nach 10 Stunden ihr Maximum noch nicht erreicht hatte und beim Fixiren bestehen blieb. Der Beginn der directen Farbenveränderung im Lichte (photochemische Veränderung) fällt stets mit dem Beginn der verminderten Entwicklungsfähigkeit (Solarisation) zusammen. Daher erscheinen die direct erzeugten Diapositive vor der Entwickelung deutlich negativ. Wir haben also vier verschiedene Stadien der Bromsilbergelatineplatte.

1) Unbelichtet.

Hier ist sie nicht entwickelbar, nicht gefärbt, löslich in unterschwefligsaurem Natron.

2) Schwach belichtet.

Hier ist sie entwickelbar, nicht gefärbt, löslich in unterschwefligsaurem Natron.

3) Stärker belichtet.

Hier ist sie nicht entwickelbar, gefärbt, nicht löslich.

4) Noch stärker belichtet.

Hier ist sie entwickelbar, gefärbt, nicht löslich.

---

*) JANSSEN C. R. XC, 144 und XCI, 199; 1880.

Geschenke.

F. Richarz. Ueber Polarisation von Platinelektroden in verd. Schwefelsäure bei grosser Stromdichte. S.-A. Wied. Ann.

Buchkremer. Ueber die beim Mischen zweier Flüssigkeiten stattfind. Volumveränderung.

Rosenberger. Geschichte der Physik, Bd. III, Abth. 2. Braunschweig: Vieweg & Sohn. 1890.

A. Hyelstrom. Sur la conductibilitée de la neige. S.-A. d. Verh. d. Stockholmer Acad.

Börnstein. Fluthbewegung des Meeres und der Luft. S.-A. Himmel und Erde.

Hirschwald. Verhalten der Kieselsäure und ihrer Verbindungen im Phosphorglase. S.-A. Journ. f. pr. Chemie.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 13. Juni 1890.** Nr. 11.
Ausgegeben am 9. August 1890.

Vorsitzender: Hr. E. du Bois-Reymond.

Am 11. Mai 1890 starb das langjährige Mitglied unserer Gesellschaft

W. Gallenkamp,

Director der Friedrich-Werder'schen Gewerbeschule in Berlin.

Hr. Schwalbe schildert in kurzen Zügen die Bestrebungen des Verstorbenen in Beziehung zur Entwicklung der Schulfrage, sein wissenschaftliches Schaffen und seine Stellung und Thätigkeit in der physikalischen Gesellschaft. Hr. W. Gallenkamp, geb. zu Lippstadt 1820, hatte, nachdem er das Directorat der Friedrich-Werder'schen Gewerbeschule, jetzt Oberrealschule, im Herbst 1861 übernommen hatte, seine energische, unermüdliche Thätigkeit darauf gerichtet, der modernen Bildung ohne Zuhülfenahme der classischen Sprachen, die Stellung und Vertiefung zu schaffen, welche derselben zukommt. Die eigenartige Organisation, welche er für die neunklassigen lateinlosen Schulen durchführte, berechtigte zu den besten Erwartungen, doch wurde die Entwicklung der Anstalt durch einseitige Entziehung

der Berechtigungen auf schwerste geschädigt. Die Ideen, auf Grund der Mathematik und Naturwissenschaften einerseits und der neueren Sprachen andererseits, die in weitester Ausdehnung schon in den dreissiger Jahren Verbreitung fanden, eine Bildung herbeiführen, welche, ebenbürtig jeder andern Bildung, zu den ersten technischen und wissenschaftlichen Studien befähigen sollte, zu verwirklichen blieb sein Ziel in allen ungünstigen Verhältnissen, die der Durchführung derselben entgegenstanden. Wissenschaftlich beschäftigte er sich hauptsächlich mit Mathematik, die auch sein Hauptunterrichtsgegenstand war; von physikalischen Arbeiten liegen eine Arbeit über Winkelspiegel (Fortschr. d. Phys. 1851, POGGEND. Ann. Bd. 82) und über Beobachtung einer eigenthümlichen Meteorerscheinung vor (Fortschr. d. Phys. 1859, POGGEND. Ann. 102). Für die Gesellschaft, der er seit 1861 als Mitglied angehörte, wirkte er dadurch, dass er ihr mit Zustimmung des Magistrats ein dauerndes Sitzungslocal gewährte. Die physikalische Gesellschaft hat von 1862 bis 1883 ihre Sitzungen in der Friedrisch - Werder'schen Oberrealschule gehalten. Zugleich übernahm Hr. GALLENKAMP das Amt des Bibliothekars. Die Bibliothek musste in seinen Privaträumen untergebracht werden; ohne Beihülfe versah er bis zur Uebersiedelung der Gesellschaft nach dem Universitätsinstitut das Amt, legte den ersten Katalog der Bibliothek an und wusste die Schwierigkeit der Benutzung der Bibliothek durch persönliches Entgegenkommen zu verringern. Die Gesellschaft hat, als er Ende 1882 sein Amt als Bibliothekar niederlegte, seine Thätigkeit durch ein Ehrengeschenk als Zeichen der Dankbarkeit anerkannt. Wenn es ihm in letzter Zeit seiner Gesundheit und seiner angestrengten Berufsthätigkeit wegen nicht mehr möglich war den Sitzungen der Gesellschaft beizuwohnen,

so hat er der Gesellschaft doch bis zuletzt das wärmste Interesse bewahrt.

Die Anwesenden erheben sich zum ehrenden Angedenken an den Verstorbenen von ihren Sitzen.

Hr. **H. W. Vogel** sprach darauf über

Photographien in natürlichen Farben.

Photographie in sogenannten natürlichen Farben ist älter als die gewöhnliche Photographie in Schwarz und Weiss. Seebeck in Jena beobachtete schon 1810, dass Chlorsilber im Sonnenspectrum nicht nur eine Verdunkelung erleidet, sondern eine Färbung in den verschiedenen Spectraltheilen annimmt, welche der Färbung der einwirkenden Strahlen einigermaassen entspricht (Goethe's Farbenlehre Bd. II p. 716). Herschel II machte 1841 ähnliche Versuche mit Papier, welches mit Chlorsilber imprägnirt war; auch er erhielt Farben, deren Nüance sich mehr oder weniger den einwirkenden Spectralfarben näherte. Weder Seebeck noch Herschel gelang es, diese farbigen photographischen Spectralbilder lichtfest zu machen oder zu fixiren.

Bequerel wiederholte Herschel's Versuche auf Papier, dann aber benutzte er in Chlor geräucherte Silberplatten, die er später im offenen Licht anlaufen liess, so dass das hypothetische violette Silberchlorür entstand (Annales d. ch. et ph. 3. serie T. 22 25, 42).

Becquerel hat auf solchen Platten ganz ausgezeichnete Bilder des Sonnenspectrums dargestellt; ein solches sah ich noch 1866 bei Prof. Magnus. Wo dasselbe geblieben ist, weiss ich nicht.

Nach Becquerel arbeitete Niepce de St. Victor 1851—1866 in derselben Richtung wie Becquerel. Er copirte die bräun-

lich angelaufenen Silberchlorürplatten unter farbigen transparenten Bildern und erhielt sehr gute Resultate, ohne jedoch das Problem der Fixirbarkeit der Platten zu lösen.

Nach diesem Fortschritte haben namentlich POITEVIN und ZENKER Versuche gemacht und zwar auf chlorirtes und im Licht angelaufenes Silberpapier. (J. ZENKER, Lehrbuch der Photochromie, Berlin bei Duncker 1868).

Seit jener Zeit ist wenig mehr in der Sache gethan worden. SCHULTZ-SELLACK erklärt die erlangten Resultate für problematisch. Er zeigte, dass auch unter schwarzen Transparenten (Negativen) Farben copiren können, und dass dieselbe als Farben trüber Mittel zu betrachten seien; insofern erklärt er das Problem für ungelöst (Photogr. Mittheil. VIII, 68).

Die Aufgabe der Photographie in natürlichen Farben geht darauf hinaus, dass 1) jede Farbe des Spectrums wirke,

2) durch die betreffende Wirkung ein Stoff entsteht, welcher dieselbe Farbe reflectirt, welche ihn erzeugt hat.

Unmöglich ist das nicht. Wir haben z. B. in der Mischung von rothem Blutlaugensalz und Eisenchlorid einen Körper, welcher von blauem Licht affizirt wird und durch Wirkung desselben einen blauen Körper bildet (das Turnbullblau).

Nicht ganz klar ist es aber, wie in derselben Substanz durch Wirkung des grünen Lichtes ein grüner, durch Wirkung des rothen Lichts ein rother Körper entstehen kann. ZENKER erklärt dieses durch die Annahme der Bildung stehender Wellen, welche allerdings neuestens durch WIENER eine interessante Bestätigung erfahren hat.

In jüngster Zeit hat nun VERRES in Klaussenberg die Experimente wieder aufgenommen. Seine Bilder zeichneten sich von den früheren durch das Licht leicht zerstörbaren durch eine ziemliche Haltbarkeit aus, und sie veränderten sich durch tagelanges Liegen in zerstreutem Licht nicht merklich.

Anfang April erhielt ich selbst farbige Bilder vom Erfinder, welche theilweise auf Glas, theilweise auf Papier waren.

Die Glasbilder sind von zweierlei Art. Die eine Art zeigt in der Durchsicht feuerrothen Grund und die eincopierten Fi-

guren negativ, die verschiedenen Farben sind in der Durchsicht nicht oder nur mangelhaft wahrnehmbar. Dagegen in der Aufsicht: Hier erkennt man in den Gewändern Roth, Gelb, zum Theil auch Blau, sogar etwas Dunkelgrün in den Bäumen auf dunkelbraungrauem Grunde. Die zweite Art der Bilder, offenbar die schönsten, zeigen dagegen die Farben in der Durchsicht besonders brillant, namentlich Roth, Violett und Orange. Der Grund ist Braunviolett. In der Aufsicht erscheinen dagegen die rothen Töne hellgrün und die violetten dunkelgrün, fast complementär.

Unter den Papierbildern nehmen namentlich vier grössere Blätter, $16^1/_2 \times 25$, die Aufmerksamkeit in Anspruch. Dieselben zeigen dasselbe Bild, Vase mit Blumenstrauss. Das Original scheint eine Lithographie zu sein, die theils schwarz, theils colorirt zur Verwendung kam. Das Schwarz der Zeichnung hat sich als schwarz wiedergegeben. Die Farben des Originals sind mir leider nicht bekannt. Der Grund ist grünlich bis braun. Auf den anscheinend nach colorirtem Original copierten Bildern erkennt man am besten ein Kupferroth, ein Orange und auf den Blattflächen ein Graublau. Die orangefarbenen Stellen erscheinen in der Durchsicht auffallend heller wie die übrigen.

Im allgemeinen erscheinen die Farben auf den Papierbildern nicht so brillant wie auf den Glasbildern der zweiten Art, dagegen brillanter als in den Glasbildern der ersten Art (mit feuerrothem Grunde in der Durchsicht.)

Nach Eder's Ausspruch schien mir nun der experimentelle Beweis für die Haltbarkeit von Interesse. Um mich über dieselbe zu orientiren, wickelte ich ein Glasbild in ein Stück Stanniol, in welchem eine kleine Oeffnung ausgeschnitten war, war, so dass die Oeffnung den braunen Grund des Bildes sehen liess. Ferner nahm ich ein Papierbild und deckte es so zu, dass nur der rothe Hintergrund sichtbar war. So legte ich beide nachmittags 4 Uhr am 15. April in die etwas verschleierte Sonne.

Nach 20 Minuten Wirkung der Sonne war auch nicht die

mindeste Veränderung der rothen Farbe auf dem Papierbilde eingetreten. Dagegen zeigte der braune Grund des Glasbildes eine merkliche Verdunkelung. Die Glasbilder der ersten Sorte (mit feuerrothem Grund in der Durchsicht) wurden in ähnlicher Weise wie oben in Stanniol gewickelt und ein Stückchen des rothen Grundes, da kein Sonnenlicht mehr disponibel war, dem elektrischen Licht in 15 cm Enfernung 7 Minuten ausgesetzt. Resultat: Der rothe Grund wurde dunkler gefärbt. Danach ist also die Haltbarkeit bei den Glasbildern keine absolute. Vielleicht ist es bei den Papierbildern ähnlich, nur in der Aufsicht die Veränderung schwerer wahrnehmbar.

Ein anderer wichtiger Punkt ist, ob die photographirten Farben den natürlichen wirklich entsprechen. Bei den bisherigen Photographieen in natürlichen Farben war dies nur annähernd der Fall, am schlechtesten bei Blau und Grün, besser bei den warmen Farben. Dieser Umstand beinflusst den Werth der Photochromie noch stärker wie die Haltbarkeit. Der Erfinder setzte mich durch Einsendung eines farbigen Originals nebst nebst Copie in den Stand, diese Frage zu beantworten.

Das Original ist eins jener transparenten, in leuchtenden Farben hergestellten Fensterbilder, wie sie als Ersatz der Glasmalerei u. a. von Grimme und Hempel in Leipzig in den Handel gebracht werden. Es stellt einen Cupido dar, in Paradieskostüm mit gelbbraunem Haar und ebensolchen Flügeln und schmaler blauer Binde um die Taille, deren Enden im Winde flattern. Er trägt einen Pfeil mit zwei aufgespiessten, carminrothen Herzen „Gewehr über“. Zwischen den Knien hält er einen mächtigen Köcher mit gelb ornamentirter Oeffnung, und in der linken Hand das Oberstück einer grossen braunen Armbrust mit blauem, bezw. gelbem Beschlag, deren Untertheil zugleich mit der Gestalt auf einer stylisirten Distel mit rothen, stark ausgefranzten Blättern ruht, welche aus dem gelbbraunen Distelkopf mit gleichfarbenem Stiel herauswachsen. Die Pflanze zeigt grüne, fleischige Blätter. Die Zeichnung hat einen Hintergrund mit blassblauem Punktmuster und eine Umrahmung mit

zinnoberrothen, grünen, gelben und blauen Trapezen und Quadraten in ganz besonders ausgesprochenen Farben.

Die Umrahmung gewährt deshalb das vorzüglichste Vergleichungsmittel mit der Kopie. Diese zeigt im Gegensatz zu dem lichten Original einen grünlich grauen, ziemlich dunkeln Grund. Gleich beim ersten Anblick erkennt man, dass von allen Farben eigentlich nur das Roth des Originals deutlich wiedergegeben ist. Aber naturähnlich ist es nicht; es ist kupferroth und von dem Zinnoberroth und Carminroth des Originals ganz bestimmt verschieden. Ausser diesem Kupferroth tritt nur noch das Blau des Gürtels, des Eisenbeschlags der Armbrust und des Köchers als ein sehr blasses, ebenfalls naturunähnliches Hellblau hervor; daneben erscheinen die schwarzen, kräftigen Trennungsstriche der einzelnen Farbenfelder der Randdecoration als ein ins Violett spielendes Schwarz.

Das sind die Töne, die einigermaassen noch an die Töne des Originals erinnern, wenn sie ihnen auch nicht völlig gleichen. Uebler sieht es mit den übrigen Farben aus.

Die gelben Quadrate und grünen Trapeze der Randdecoration erscheinen nicht gelb, auch nicht grün, sondern beide in einem grauröthlichen Tone; die blauen Felder nicht blau, sondern grünlich-grau wie der Grund.

Das Seltsamste ist aber, dass verschiedene Partieen roth wiedergegeben sind, die thatsächlich gar nicht roth sind, sondern braungelb. Dahin gehören das Haar, die Flügel, die Armbrust, der Distelkopf und die Köcheröffnung. Dagegen zeigen die grünen Blätter in der Copie gar keine und die rothen Blütenblätter ebenso wie der indianerrothe Leib des Cupido nur eine blasse Fleischfarbe.

Auffallend ist ferner, dass die (im Original schwarzen) dünnen Striche der Schattenschraffirung in der Copie roth erscheinen, selbst in den nicht rothgefärbten Theilen, während die breiten schwarzen Striche, wie oben bemerkt, eher schwarz sind

Somit ist es mit der Naturähnlichkeit der neuen Photographieen in natürlichen Farben noch nicht zum besten bestellt. Nur zwei Farben des Originals kehren in der Copie deutlicher

erkennbar wieder, am besten das Roth, schwächer das Blau, dieses aber nur soweit es das Bild selbst anbetrifft. Das Blau der Umrahmung jedoch und alle übrigen Farben haben sich entweder garnicht oder ganz falsch (nämlich roth) reproducirt. Möglich ist es, dass diese Unwahrheiten in den früher beschriebenen Glasbildern, deren Farben entschieden lebhafter waren, weniger hervortreten. Ein Vergleichsobject zur Entscheidung dieser Frage fehlt mir aber noch.

Vergleiche ich die vorliegende Probe mit den früher von mir 1867 gesehenen Bildern von Niepce de St. Victor, Becquerel und Dr. Zenker, so muss ich bekennen, dass jene älteren Leistungen farbenreicher waren als die vorliegenden; wenngleich die Töne von den Tönen der Natur ebenfalls merklich abweichen. Einen wesentlichen Fortschritt vermag ich somit in den vorliegenden Bildern nicht zu erkennen.

Hr. **A. Kundt** zeigte dann

eine Lenard'sche Wismuthspirale zur Bestimmung von Magnetfeldern

und demonstrirte die Widerstandsänderung derselben durch eine Anzahl von Experimenten.

Hr. **E. Lampe** machte zum Schluss der Sitzung eine kurze Mittheilung betreffend

eine litterarische Notiz über den Körper grösster Anziehung.

In der zweiten Auflage der Problèmes de Mécanique rationnelle von Jullien (1866) ist, wie mir Hr. Schwarz aus Göttingen jüngst gütigst mittheilte, zu dem Problem der grössten Anziehung einer gegebenen homogenen Masse auf einen Massenpunkt nach dem Newton'schen Gesetze ausser Gauss noch eine ältere Quelle citirt. In der That steht dort (I, p. 56): Marquis de Saint-Jacques, Mémoires des Savants étrangers, t. I, p. 175; 1750. Gauss,

Principia generalia etc. Dagegen fehlt die von mir in den Verh. der Phys. Ges. vom 19. Dec. 1884 angeführte Abhandlung von PLAYFAIR aus dem Jahre 1809 (resp. 1807).

Der genaue Titel des von mir nun auch nachgesehenen Bandes jener ältesten Quelle lautet: Mémoires de Mathématique et de Physique Présentés à l'Académie Royale des Sciences, par divers Sçavans, & lûs dans ses Assemblées. Tome Premier. A Paris, de l'Imprimerie Royale MDCCL. Seite 175 liest man die Aufgabe: „Supposant la loi d'attraction en raison inverse du quarré de la distance, trouver la nature du solide de la plus grande attraction". Par M. DE SAINT-JACQUES. Zwei Wege zur Auffindung der Gleichung der Meridiancurve des Rotationskörpers werden angegeben: zuerst wird die Aufgabe als Maximalaufgabe mit Hülfe der Differentialrechnung gelöst, sodann aber durch die einfache Schlussweise, deren sich später PLAYFAIR und SCHELLBACH (1845) bedient haben. Die Gleichung der Curve am Ende der nur zwei Seiten langen Notiz lautet $z^3 = ggx$; hierin bedeutet z den Fahrstrahl vom angezogenen Punkte nach einem beliebigen Punkte der Meridiancurve, x die Abscisse dieses Punktes auf der Rotationsaxe, g eine Constante.

Anderes als die Bestimmung der Gleichung der Curve ist in der Note von DE SAINT-JACQUES nicht enthalten; insbesondere fehlt also die Berechnung des Werthes der Anziehung des Körpers auf den gegebenen Punkt. Dagegen steht der von GAUSS l. c. ohne Quellenangabe in einer Anmerkung mitgetheilte Satz fast wörtlich bei PLAYFAIR, der seinerseits die Note von SAINT-JACQUES nicht erwähnt. Zu der litterarischen Bemerkung vom 19. Dec. 1884 ist also nachzutragen, dass die Meridiancurve des Körpers grösster Anziehung schon 1750 bei DE SAINT-JACQUES vorkommt. Die Grösse der Anziehung dieses Körpers und insbesondere der von GAUSS a. a. O. citirte Satz ist bei PLAYFAIR in den Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Vol. VI, Part II, 1809 abgeleitet.

Geschenke.

J. Juhlin. Sur la température nocturne de l'air à différentes hauteurs. S.-A. Bull. de la société royale des sciences de Upsal. Upsal 1890.

H. v. Helmholtz. Die Störung der Wahrnehmung kleinster Helligkeitsunterschiede durch das Eigenlicht der Netzhaut. S.-A. ZS. f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane. Bd. I.

E. Wiedemann. Inhalt eines Gefässes in verschiedenen Abständen vom Erdmittelpunkte. S.-A. Wied. Ann. Bd. XXXIX.

— — Zur Geschichte der Lehre vom Sehen. S.-A. Wied. Annalen Bd. XXXIX.

— — Ueber das Sehen durch eine Kugel bei den Arabern. S.-A. Wied. Annalen Bd. XXXIX.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 27. Juni 1890.** Nr. 12.
Ausgegeben am 9. August 1890.

Vorsitzender: Hr. H. v. Helmholtz.

Hr. **H. E. J. G. du Bois** sprach

Ueber magnetische Ringsysteme.

Unsere Kenntnis der magnetischen Inductionserscheinungen ist in neuerer Zeit sehr erweitert worden. Auch diesmal, wie schon des öfteren, sind es die Erfordernisse der electrotechnischen Maschinenconstruction gewesen, welche auf wesentlich technischem Wege zu jener Erweiterung geführt haben. Zweck dieser vorläufigen, durch spätere Versuche noch zu stützenden Mittheilung ist zu zeigen, in welcher Weise die Physik sich diese Errungenschaften aneignen und zu ihnen auf einwurfsfreiem, rein physikalischem Wege gelangen kann. Dabei werde ich mich weniger auf die sog. Kraftlinientheorie stützen, sondern wieder in der hergebrachten Weise von der Betrachtung der Magnetisirung ausgehen. Denn letztere glaube ich aus experimentellen Gründen (Phil. Mag. [5] 29 p. 303, 1890) für die auf diesem Gebiete fundamentale Grösse halten zu müssen, im Gegensatze zu der neuerdings vielfach als solche angesehenen Induction.

Der Gedanke einer Analogie (wenn auch nur in der mathematischen Behandlungsweise) magnetischer Systeme mit anderen Stromsystemen (hydrokinetischen, thermischen, galvanischen) taucht bereits bei Euler auf. Faraday (und daran anschliessend Maxwell) und Sir W. Thomson führten ihn dann jeder in seiner

Weise weiter durch. Die Ausarbeitung und technische Anwendung dieser Idee fällt erst in das letzte Decennium.

Bosanquet (1883), Rowland (1884), W. v. Siemens (1884), Gisbert Kapp (1885) betrachten speciell die Analogie mit galvanischen Stromkreisen und übertragen das Ohm'sche Gesetz auf magnetische Systeme. Da aber dessen Quintessenz die Constanz des Widerstandes, unabhängig vom Strome, ist, so scheint mir diese Uebertragung physikalisch unzulässig; damit soll gegen die praktischen Vortheile der Einführung des Begriffs eines (wesentlich variabeln) magnetischen Widerstandes nichts gesagt sein. In allerneuester Zeit ist von Pisati (1890) speciell wieder die Analogie mit thermischen Stromkreisen betont und dementsprechend das Fourier'sche Gesetz auf magnetische Erscheinungen angewandt worden. Dieses Verfahren ist vielleicht insofern einwurfsfreier, als das Wärmeleitungsvermögen nicht nothwendig, wie das elektrische, eine Constante ist, trotzdem Fourier es ursprünglich als solche einführte. Allerdings hängt es dann von der Temperatur, nicht vom Temperaturgefälle oder von dem Werthe der Wärmeströmung ab.

Dagegen erscheint gegen die gänzlich verschiedene Behandlung der Frage durch J. und E. Hopkinson (1886) nichts einzuwenden; diese stützten sich auf zwei sicher begründete mathematische Ergebnisse und machten nur behufs Vereinfachung der (näherungsweisen) Rechnung einige Nebenannahmen. Sie gelangten so zu ihrer bekannten, im Maschinenbau schon vielfach angewandten, graphischen Construction, auf welche ich noch zurückkommen werde.

Die alte Poisson'sche Theorie der magnetischen Induction, sowie sie mit den Erweiterungen Neumann's und Sir W. Thomson's z. B. in Maxwell's Werk niedergelegt ist, beruht bekanntlich auf der fundamentalen Annahme einer constanten Susceptibilität und gilt deswegen für alle Körper ausser eben den „ferromagnetischen“ (Eisen, Cobalt, Nickel, Magnetit und etwa noch aufzufindende Körper von ähnlichem Verhalten). Kirchhoff hat dann (1853) eine neue Theorie begründet indem er den allgemeinen Ansatz einführte, dass die Magnetisirung eine (experimentell be-

stimmbare) Function der totalen magnetischen Intensität sei. Ausser der wichtigen Lösung gewisser Specialfälle (Ellipsoid, geschlossener Ring) beschränkte er sich hauptsächlich auf die Aufstellung einiger Integralgleichungen an Stelle der Poisson'schen. Diese waren aber von wenig praktischem Nutzen und werden das auch kaum, nachdem neuerdings Duhem das analytische Problem wieder aufgenommen hat.

Eine mehr geometrische Behandlung der neuen Theorie zeigte nun zunächst Folgendes über die Art der Vertheilung der hier in Betracht kommenden magnetischen Vectorgrössen: a) die magnetische Intensität ist lamellar, b) die Magnetisirung complex-lamellar, c) die Induction solenoidal vertheilt; d) die drei Vectoren sind in jedem Punkte gleichgerichtet. Auf die Beweise und nähere Discussion dieser Sätze kann hier nicht eingegangen werden. Bemerkt sei nur dass überall homogene, isotrope, ferromagnetische Substanz vorausgesetzt ist, welche selbst nicht von elektrischen Strömen durchflossen wird. Auch wird zunächst die Hysteresis nicht berücksichtigt.

Der einfache Typus eines unvollständig geschlossenen Ringsystems ist ein gleichförmig tangential magnetisirter, geschlitzter dünner Ring. Dieser Specialfall, dessen Lösung, soweit mir bekannt, noch nicht versucht wurde, lässt sich nun auf einen bekannten Fall, den des Rotationsellipsoids, zurückführen. Dazu ist nur erforderlich, dass man den „Selbstentmagnetisirungsfactor“ berechnen kann, d. h. diejenige Zahl mit welcher die Magnetisirung zu multipliciren ist um die Intensität der selbstentmagnetisirenden Wirkung zu erhalten. Es sei dieser Zahlenfactor, wie üblich mit N bezeichnet; für genügend lange Ovoïde (eiförmige Rotationsellipsoide) vom Axenverhältniss m findet man ihn aus der bekannten Gleichung

$$N = \frac{4\pi}{m^2}(\log 2m - 1).$$

Es habe nun die Schlitzöffnung des Rings den Winkelwerth α^0, d. h. ein beliebiger, in ihm liegender, concentrischer Kreis falle zum $\alpha/360$ Theile in Luft, zum $(360-\alpha)/360$ Theile in die ferromagnetische Substanz. Die Betrachtung des Linienintegrals

der selbstentmagnetisirenden Intensität, welches an jedem solchen geschlossenen Integrationskreise entlang schwinden muss, führt nun in erster Annäherung zu dem Resultate, dass

$$N = \frac{4\pi\alpha}{360-\alpha} \text{ [angenähert } = 0{,}035\,\alpha]$$

Der Beweis lässt sich ohne Figur nicht wohl führen.

Beide Specialfälle sind nunmehr in jeder Hinsicht vergleichbar, wie folgende kurze Tabelle zeigt:

Ovoïd	Factor	Ring
m	N	α
20	0,0848	2,41°
30	0,0432	1,22°
40	0,0266	0,76°
50	0,0181	0,52°
100	0,0054	0,15°
∞	0	0°

Von Lord Rayleigh ist eine graphische Construction für Ovoide angegeben worden, welche sich nach Ewing folgendermassen aussprechen lässt: Aus der gewöhnlichen Magnetisirungscurve unendlich langer Ovoide findet man diejenige für ein gegebenes endliches indem man die Bildebene parallel der Abscissenaxe einer Scheerung unterworfen denkt, und zwar um einen Winkel, der sich einfach aus N, also auch aus dem gegebenen Axenverhältniss, berechnen lässt. Nach dem Obigen ist nun ebenso aus der Curve für geschlossene Ringe ein „Scheerungsdiagramm" für Ringe mit gegebener Schlitzöffnung construirbar.

Die Analogie dieses Verfahrens mit der bekannten Hopkinson'schen graphischen Methode leuchtet sofort ein, wenn auch auf den ersten Anblick sich wesentliche Verschiedenheiten ergeben, so z. B. dass die als Coordinaten benutzten Grössen für beide Curven nicht dieselben sind. Jedoch führt ein in's einzelne gehender Vergleich schliesslich zur Identificirung beider Constructionen, sodass in jedem gegebenen Specialfalle die betreffenden Curven sich bei geeigneter Wahl der Skalenmaassstäbe decken. Es wäre damit das von der Technik zuerst aufgeworfene und

auch angenähert gelöste Problem zunächst mit derselben Annäherung der physikalischen Betrachtung zugänglich gemacht.

Ueber den Grad dieser Annäherung, die zulässigen Grenzen für die Dicke des Rings sowie die Weite des Schlitzes, den Betrag der „Kraftlinienstreuung" u. s. w. wird, wie bereits bemerkt, der Versuch (in möglichst grossem Maassstabe) noch zu entscheiden haben.

Hr. **A. Raps** sprach darauf über

1. eine automatische Quecksilberluftpumpe,
2. ein compensirtes Luftthermometer.

Diese Apparate wurden vorgezeigt und sollen an anderer Stelle näher beschrieben werden.

Geschenke.

H. v. Helmholtz. Ueber atmosphärische Bewegungen. S.-A. Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. XXXVIII. 1889.

O. Chwolson. Ueber einen Fall von variabler Temperaturvertheilung in einem Stabe. S.-A. Exner's Repert. 1889.

O. Reichel. Beiträge zur Ableitung der ersten Grundlage der Dynamik. S.-A. ZS. f. physik. Unterricht. Berlin: Springer. 1889.

W. v. Bezold. Zur Thermodynamik der Atmosphäre. Sitzber. d. Kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1890. XIX.

H. Kayser. Lehrbuch der Physik. Stuttgart: F. Enke. 1890.

A. Sprockhoff. Grundzüge der Physik. Hannover: C. Meyer & G. Prior. 1890.

H. E. Roscoe. Spectralanalyse. Deutsch von Schuster. Braunschweig: F. Vieweg. 1890.

A. Oberbeck. Ueber die freie Oberfläche bewegter Flüssigkeit. S.-A. Wied. Ann. Bd. XXXIX.

K. Wesendonck. Ueber die Durchlässigkeit einiger Gase für hochgespannte Entladungen aus einer Spitze. S.-A. Wied. Ann. Bd. XXXIX.

K. Wesendonck. Ueber die Artunterschiede der beiden Electricitäten. S.-A. Wied. Ann. Bd. XXXIX.

B. Schwalbe und R. Löpke. Mittheilungen über Schulversuche. S.-A. ZS. f. physik. u. chem. Unterricht, Heft 5. Berlin: Springer. 1890.

W. Thomson. Gesammelte Abhandlungen zur Lehre von der Elektricität und des Magnetismus. (Deutsch von Levy und Weinstein.) Berlin: Springer. 1890.

M. Thiesen. Détermination de la variation de la pesanteur avec la hauteur. S.-A. Mém. du bureau international des poids et mesures.

P. Pickering. Henry Draper Memorial. Fourth annual report of the photographic study of stellar spectra. Cambridge: J. Wilson. 1890.

N. v. Konkoly. Handbuch für Spectroskopiker. Halle 1890. Knapp.

F. Bashforth. The Bashforth chronograph. Cambridge 1890. University Press.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 24. October 1890.** **Nr. 13.**
Ausgegeben am 19. December 1890.

Vorsitzender: Hr. A. Kundt.

Hr. **E. Lampe** gedenkt des Verlustes, den die Gesellschaft durch den Tod des Freitag den 26. September dieses Jahres früh um 1¼ Uhr zu Berlin nach längerem Siechthum gestorbenen Mitgliedes

Max Henoch

zu beklagen hat. Am 23. September 1841 zu Berlin geboren, war der Verstorbene bei seinem Tode so eben in das fünfzigste Lebensjahr eingetreten. Ohne Ahnung von der Gefahr seines Zustandes, mit Gedanken an die im kommenden Jahre zu leistenden Arbeiten beschäftigt, ist er sanft entschlummert.

Der physikalischen Gesellschaft hat der Entschlafene fünfzehn Jahre angehört. Zwar hat er keinen thätigen Antheil an ihren Arbeiten gehabt, obschon er die Sitzungen regelmässig besuchte, so lange seine Gesundheit es gestattete; doch ist er allen Verhandlungen und Vorgängen in der Gesellschaft mit regem Interesse gefolgt.

Ein angeborenes Herzleiden hat ihn während seines ganzen Lebens gezwungen, sich in stiller Zurückgezogenheit zu halten, jede Aufregung zu meiden, sodass er es scheute, in einer Versammlung auch nur das Wort zu ergreifen. Wegen dieses Leidens musste er schon als

Secundaner sich aus dem Schulleben zurückziehen, damit er den Aufregungen der Schule fern bliebe. Auf dem Friedrichswerderschen Gymnasium war er aber durch den vortrefflichen Unterricht des Herrn Bertram auf die Bahn der Mathematik gewiesen worden, und als Privatschüler von Aronhold hatte er dann das Glück, durch diesen als originalen Forscher und anregenden Lehrer gleich ausgezeichneten Gelehrten kräftig gefördert zu werden.

Nachdem er 1862 auf dem früher von ihm besuchten Gymnasium die Reifeprüfung bestanden hatte, studirte er, abgerechnet von einem Semester in Bonn, ausschliesslich in Berlin und vertiefte sich hier besonders in die Functionentheorie des Hrn. Weierstrass. Durch die Benutzung mancher handschriftlichen Aufzeichnungen dieses von ihm hoch verehrten Lehrers unterstützt, verfasste er die einzige von ihm veröffentlichte selbständige Schrift: „De Abelianarum functionum periodis“. Dissertatio inauguralis. Berolini, 1867. Bei ihrem Erscheinen nur von den Schülern des Hrn. Weierstrass beachtet, ist sie später von den Mathematikern vielfach gesucht und benutzt worden. Daher sprach C. W. Borchardt, dessen letzte Studien sich auf dies Gebiet bezogen, den Wunsch aus, Henoch möchte die treffliche Dissertation umarbeiten und im Journal für die reine und angewandte Mathematik abdrucken lassen. Auch Hr. Mittag-Leffler wollte den Verfasser zu demselben Verfahren für die Acta Mathematica gewinnen. Beide Anerbietungen hat der Verstorbene jedoch unberücksichtigt gelassen.

Von Jugend auf daran gewöhnt, alle aufregenden Leidenschaften als gefährlich für sein Leben zu unterdrücken, führte er ein in sich selbst befriedigtes Dasein, fern von allen körperlichen Anstrengungen, enthaltsam bei den Genüssen, unberührt vom Verlangen nach rau-

schenden Vergnügungen, unzugänglich gegen jede Regung von Ehrgeiz. In einem behaglichen Hause von sorgenden Eltern bewacht, neben zwei Geschwistern, einer hochbegabten Schwester und einem treuen Bruder, fand er sein Glück in einem engen Kreise lieber Verwandten und Freunde, unter welchen letzteren besonders Eduard von Hartmann zu nennen ist. Nach dem Tode seiner geliebten Geschwister übernahm er, der ängstlich behütete Max, mit der Vormundschaft der hinterbliebenen Kinder die Sorge für ihre Erziehung. Wie ihm durch sein Leiden das Klettern auf die Berge versagt, der gleichmässige Aufenthalt in der Ebene geboten war, so hatte er sich ein schönes Gleichgewicht des Gemüthes angeeignet, das ihn zu stiller, stetiger Arbeit besonders befähigte.

Den Gedanken, sich an der Berliner Universität zu habilitiren, hat Henoch zuerst nach der Promotion zwar gefasst, später jedoch aufgegeben. Obgleich der Stoss seiner Manuscripte schwoll, in denen er seine Untersuchungen über hyperelliptische Functionen niederlegte, so hat er bei seinen Arbeiten an eine Veröffentlichung der Ergebnisse zunächst nicht gedacht. Die Preisfrage der Beneke'schen Stiftung zu Göttingen vom Jahre 1874 bezog sich auf das von ihm durchforschte Gebiet. Die Freunde des Verstorbenen, welche dies wussten, suchten ihn deshalb zu bewegen, als Mitbewerber aufzutreten. Umsonst; es war ihm unangenehm, die Resultate seiner Arbeiten zusammenzustellen, den zugehörigen Text redigiren zu müssen. Als die Weber'sche Schrift erschien, welche den Preis erhalten hatte (Theorie der Abel'schen Functionen vom Geschlecht 3), zeigte Henoch denselben Freunden viele der nun gedruckt vorliegenden Ergebnisse in seinen Manuscripten. Leider ist zu befürchten, dass die in ihnen niedergelegte Arbeit verloren ist; es

sind blosse Rechnungen ohne erklärenden Text, auf nicht geordneten Bogen, daher schwer zu entziffern.

So würde Max Henoch, nur von seinen Freunden gekannt, geschätzt und geliebt, aus dem Leben geschieden sein, wenn er nicht im Frühjahre 1885 zu einer nutzbringenden Thätigkeit veranlasst worden wäre, wodurch sein Name in den weitesten Kreisen der Mathematiker bekannt geworden ist. Nach dem Tode Ohrtmann's bedurfte das Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik eines neuen Leiters. Durch die opferfreudige Thätigkeit seines Begründers und der ihm nahe stehenden Freunde war dieses dem Forscher unentbehrliche Werk über alle Gefahren eines nur von privaten Kräften begonnenen Unternehmens glücklich bis zum Ende des XIV. Bandes geführt worden. Um das weitere Erscheinen zu ermöglichen, suchte man nach einem selbstlosen Gelehrten, der aus der Herausgabe keinen Erwerb zu machen brauchte, der durch kein Amt in der stetigen Arbeit gestört wurde und ein festes Heim in Berlin hatte. Alle Eigenschaften fanden sich in dem Entschlafenen vereinigt, und wie er sich stets gegen jedermann gefällig und dienstbeflissen gezeigt hatte, wie er das Gute immer als etwas Selbstverständliches oder, wie er zu sagen pflegte, als „das Richtige“ gethan hatte, ohne davon Aufheben zu machen, so übernahm er, der bis dahin nur aus freiem inneren Antriebe gearbeitet hatte, ohne Besinnen pflichtgetreu und unverdrossen die stets drängende Thätigkeit der Herausgabe der Fortschritte der Mathematik, nicht ohne einen Freund zum Eintritte in die Redaction bewogen zu haben, weil er in seiner Bescheidenheit sich nicht für fähig hielt, ein solches Unternehmen allein durchzuführen. In ehrlicher Hingabe an das Werk hat er fünf und ein halbes Jahr sich allen Arbeiten unterzogen und hat an dem Gedeihen

des Jahrbuchs die Freude empfunden, welche jedem zu Theil wird, der sich einer Thätigkeit ganz und voll widmet. Die stetige Beschäftigung lenkte seinen Blick sogar von der Krankheit ab, welche an seinem Leben nagte. Nach der Beendigung des Registers zum XIX. Bande, am Ende des Monats Juli d. J., ermatteten jedoch seine Kräfte, so dass er die Ueberwachung des Druckes des XX. Bandes seinen Freunden überlassen musste. Aber obschon er nicht mehr im Stande war, sich an den regelmässigen Arbeiten zu beteiligen, so suchte er sich doch bis zu seinem Tode nützlich zu machen, in der Hoffnung, bald wieder kräftiger eingreifen zu können. Noch zwei Tage vor seinem Hingange wollte er die Versendung der bereits eingetheilten Literatur von 1889 einleiten.

Zu einem Vetter, der ihn in liebevoller Anhänglichkeit täglich besuchte, äusserte er auf seinem Krankenbette die Absicht, das Erscheinen des Jahrbuchs für den Fall zu sichern, dass er die Arbeit an ihm aufgeben müsste. In der Meinung aber, dass ihm noch viel Zeit gegönnt sei, hierüber Verfügung zu treffen, ist er dahingeschieden, ohne Genaueres festzusetzen. Sein hochbetagter Vater jedoch, der in treuer Pietät jeden Wunsch des letzten ihm gestorbenen Kindes ehrt, hat die Mittel zur Verfügung gestellt, welche es der Redaction ermöglichen, einen Gehülfen für die äussere Arbeit zu gewinnen. So gereicht also die Thätigkeit des Verstorbenen auch nach seinem Tode dem von ihm fortgeführten Werke zum Nutzen.

Beim Hinscheiden von Max Henoch schrieb Hr. L. Kronecker: „Wie traurig, dass die schöne Seele und der helle Geist in so gebrechlichem Gehäuse immer gewohnt haben, dass sie nicht zu ihrer vollen Entfaltung und Wirksamkeit kommen konnten!“ Und einer seiner ältesten Freunde klagte: „Der erste aus dem Kreise der

echten, alten Jugendfreunde ist todt; unser lieber harmloser Max, dessen Herzensgüte sich nie verleugnet, der für keinen von uns je ein Wort des Tadels oder auch nur der Kritik gehabt hat.“ Die erste These seiner Dissertation giebt uns einen Fingerzeig, wo er ein geistiges Vorbild gefunden hatte; es ist der Satz aus Spinoza's Ethik: „Veritas humanum genus in aeternum lateret, nisi Mathesis, quae non circa fines, sed tantum circa figurarum essentias et proprietates versatur, veritatis normam hominibus ostendisset.“

So bleibt uns denn sein Bild, als das eines edlen, hülfreichen und guten Menschen.

Das Andenken des Verstorbenen ehren die Anwesenden durch Erheben von ihren Sitzen.

Hr. **E. Brodhun** spricht (nach gemeinsam mit Hrn. **O. Lummer** in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt angestellten Versuchen)

Ueber Prüfung des Talbot'schen Gesetzes.

Vor den meisten in der Technik gewöhnlich angewandten Mitteln zur messbaren Schwächung des Lichtes, wie Absorptionsgläser, Nicol'sche Prismen, Concavlinsen u. a. hat die Schwächung durch rotirende Sektoren grosse Vorzüge. Man kann, die Richtigkeit des Talbot'schen Gesetzes vorausgesetzt, die Aenderung der Helligkeit aus der Grösse des rotirenden Sektors mit einer fast beliebigen Genauigkeit messen. Ferner ist der Grad der Schwächung bis zur völligen Auslöschung unbeschränkt. Ausserdem kann man den Apparat an jeder beliebigen Stelle in den Strahlengang setzen und braucht auf den Polarisationszustand des benutzten Lichtes keine Rücksicht zu nehmen.

Ein für exakte Messungen eingerichteter Apparat dieser Art ist für die Physikalisch-Technische Reichsanstalt von Herrn Färber (in Firma Dörffel und Färber) in vortrefflicher Weise ausgeführt werden. Aus 2 übereinander liegenden concentrischen Kreisscheiben sind je 2 gegenüber liegende Sektoren von 90° ausgeschnitten. Durch Drehung derselben gegen einander lässt sich also jeder Winkel zwischen 0° und 2 × 90° herstellen. Die eine Scheibe trägt auf ihrem Rande eine Theilung in halben Graden, die andere zwei Nonien, welche die Ablesung des eingestellten Winkels auf $^1/_{50}$ Grad genau gestatten. Das Scheibenpaar sitzt auf einer gemeinsamen Axe, welche mittels Schnurlaufs durch einen Elektromotor von Siemens und Halske in schnelle Drehung versetzt werden kann.

Die erste Aufgabe, welche mit dem Apparat ausgeführt werden musste, bestand in einer Prüfung des Talbot'schen Gesetzes, die mit der erforderlichen Genauigkeit bisher noch nicht vorgenommen ist; und zwar musste erstens untersucht werden, ob die Lichtschwächung abhängig von der Rotationsgeschwindigkeit, und zweitens, wenn dies nicht der Fall war, ob die Lichtstärke stets dem ausgeschnittenen Sektor proportional ist. Die Versuchsanordnung war folgende: Das Photometer und die linke Lichtquelle, eine beliebige Glühlampe, standen fest; zwischen ihnen war der Rotationsapparat aufgestellt. Die rechte Lichtquelle war auf der Photometerbank beweglich. Sie bestand in einer Glühlampe mit einem geraden, durch eine Spiralfeder gespannten Kohlenfaden, der in der Axe eines cylindrischen Glasrohres angebracht war. Solche Lampen sind auf Wunsch von der Firma Siemens und Halske hergestellt worden. Bei hinreichend grosser Entfernung des glühenden Fadens vom Photometerschirm kann man die Helligkeit auf dem letzteren umgegekehrt proportional dem Quadrat jener Entfernung annehmen. Dann muss, wenn α der am Rotationsapparat eingestellte Winkel, r die Entfernung zwischen dem glühenden Faden und dem Photometerschirm ist, $\frac{1}{r^2 . \alpha}$ für jedes α constant sein.

Die Untersuchung ist bisher nur für grössere Winkel, von

2×25^0 bis 2×90^0 durchgeführt worden und hat die Richtigkeit des TALBOT'schen Gesetzes in diesem Bereiche ergeben. Die Rotationsgeschwindigkeit wurde variirt von 13,5 bis fast 100 Umdrehungen in der Sekunde, sodass also, da 2 Sektoren vorhanden sind, 27 bis 200 Unterbrechungen der Lichtstrahlung in der Sekunde bewirkt wurden. Die Untersuchungen mit kleinen Sektoren sind im Gange.

Es soll noch ein zweiter Apparat gebaut werden, bei welchem die Grösse des Sektors auch während der Rotation verändert werden kann. Durch einen solchen wäre dann zugleich ein zuverlässiger Messapparat für Spektralphotometer, woran bisjetzt noch Mangel ist, gewonnen.

Am Schluss der Sitzung wurde der beschriebene Apparat demonstrirt.

Geschenke.

Annales de l'observatoire de Nice. Tome III. Paris 1890. Gauthier-Villars.

A. BREUER. Uebersichtliche Darstellung der mathematischen Theorien über die Dispersion des Lichtes. I. Theil. Hannover 1890. F. Barmeister.

H. v. HELMHOLTZ. Energie der Wogen und des Windes. S.-A. Sitzber. d. Akad. d. Wissensch. z. Berlin. XXXVI. 1890.

H. HOVESTADT. Lehrbuch d. angewandten Potentialtheorie. Stuttgart 1890. J. Maier.

C. STUMPF. Tonpsychologie, Bd. II. Leipzig 1890. S. Hirzel.

E. RIECKE. Ueber die Pyroelektricität des Turmalins. S.-A. WIED. Ann. XL. 1890.

F. HORN und C. TILLMANN. Beobachtung über Gewitter in Bayern, Württemberg und Baden.

C. LANG. Beobachtungen der meteorologischen Stationen Bayerns während einer Ballonfahrt.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 7. November 1890.** **Nr. 14.**
Ausgegeben am 5. Januar 1891.

Vorsitzender: Hr. H. v. Helmholtz.

Hr. **H. Jahn** machte eine Mittheilung

Ueber die Neutralisationswärme der Rechts- und der Linksweinsäure.

Die angestellten Versuche bezweckten Aufklärung darüber zu verschaffen, ob das von Pasteur, Bremer u. A. beobachtete Bestreben der optisch aktiven Säuren und Basen sich vorzugsweise mit Basen bez. Säuren von entgegengesetzter Drehungsrichtung zu verbinden, auch in einer Verschiedenheit der Neutralisationswärmen zu Tage tritt. Es wurden die Zersetzungswärmen des links- und des rechtsweinsauren Morphins, so wie die Neutralisationswärmen des gelösten Nicotins mit Rechts- und mit Linksweinsäure bestimmt. Die Versuche ergaben, dass die genannten Basen für die beiden Weinsäuren dieselbe Neutralisationswärme haben. Für Nicotin beträgt dieselbe:

Rechtsweinsäure 5.19 Cal.
Linksweinsäure 5.10 -

Hr. **S. Kalischer** sprach dann

Ueber das Tönen des Telephons und über eine Erscheinung des remanenten Magnetismus.

Setzt man ein Telephon der Wirkung eines durch eine Spirale mit oder ohne Eisenkern gehenden intermittirenden Stromes aus, so tönt es, auch wenn seine beiden Drahtenden von einander isolirt sind, das Telephon also offen ist. Dies ist in allen Lagen der Telephonaxe zur Axe der inducirenden Spirale der Fall. In vielen Lagen beobachtet man ferner an einem SIEMENS'schen Telephon bei einer Drehung desselben um seine eigene Axe abwechselnd Maxima und Minima, und zwar ebensowohl wenn es offen, als auch wenn es geschlossen ist. Endlich tönt das offene Telephon in vielen Lagen lauter als das geschlossene. Der Strom wurde von zwei Tudor-Accumulatoren geliefert, und als Stromunterbrecher diente ein NEEF'scher Hammer, der ausserhalb des Arbeitszimmers aufgestellt war.

Da die Erscheinungen, wie der Vortragende erörtert, dem Wesen nach bei jeder Lage der Axe des Telephons zur Axe der rotirenden Spirale dieselben sind, so soll nur der Fall besprochen werden, dass das Telephon horizontal so vor der Spirale liegt, dass die Verlängerung der Axe derselben die Axe des Telephons unter rechtem Winkel trifft, welche Lage kurz die senkrechte genannt werden soll.

Bei dieser Lage eines SIEMENS'schen Telephons zur inducirenden Spirale traten die Minima ein, wenn die Magnet schenkel über einander lagen, die Maxima, wenn sie neben einander lagen. Von einer bestimmten Lage ausgehend, findet man also in diesem Falle bei der Drehung des Telephons um seine Axe zwei um 180° von einander entfernte Minima und zwei Maxima, während jedes Minimum von dem nächsten Maximum um 90° entfernt ist. In den meisten Lagen bei dieser Drehung um 360° waren die Töne[1]) des offenen Telephons, oft

[1]) Nur der Kürze halber spreche ich von Tönen; was man in Wirklichkeit hört, ist ein continuirliches schnarrendes Geräusch, und zuweilen vernimmt man neben diesem, namentlich bei geschlossenem Telephon, einen

sehr erheblich, lauter als die des geschlossenen, oder gleich den letzteren, und nur selten war es umgekehrt.

Der Vortragende setzt ferner auseinander, dass bei dieser Lage die Induction nicht oder nur zum kleinsten Theile eine unmittelbare Wirkung auf die Drahtspulen des Telephons sein kann, sondern ganz oder ausschliesslich durch den Magnet vermittelt sein muss, da die Kraftlinien den Windungsebenen nahezu parallel laufen. Es ergiebt sich ferner hieraus, dass bei einem Telephon Bell'scher Construction, das aus einem cylindrischen Magnetstab besteht, auf dessen einem Ende die Drahtspule sitzt, in jeder Lage Induction stattfinden kann. Bei senkrechter Lage seiner Axe zur Axe der inducirenden Spirale wird die elektromotorische Kraft der Induction gleich gross sein, wie man auch das Telephon um seine eigene Axe drehen mag, da der Stab vollkommen symmetrisch ist zu seiner Axe und die ihn treffenden magnetischen Kraftlinien die Drahtspule stets in gleicher Richtung durchsetzen. Verbindet man daher ein solches Telephon in dieser Lage mit einem zweiten Telephon, so tönt dieses bei jeder Drehung des ersteren um seine Axe gleich stark. Verbindet man dagegen ein Siemens'sches Telephon, das bekanntlich aus einem Hufeisenmagnet von rechteckigem Querschnitt besteht, auf dessen rechtwinklig gebogenen Polschuhen die Drahtspulen sitzen, in senkrechter Lage mit einem zweiten Telephon, so nimmt man in diesem bei der Drehung des ersteren um seine Axe sehr bedeutende Intensitätsunterschiede wahr. Liegen die Schenkel desselben übereinander, so tönt das zweite sehr schwach, nur bei grosser Aufmerksamkeit und Ruhe hörbar; beginnt man nun das erstere um seine Axe zu drehen, so tönt das zweite lauter und immer lauter bis zu einem Maximum, das erreicht ist, wenn die Schenkel des ersteren neben einander liegen. Bei weiterer Drehung werden die Töne wieder schwächer bis zu einem Minimum, das eintritt, wenn die Magnetschenkel des ersteren Telephons wieder über einander liegen,

---

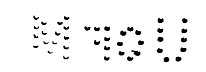
musikalischen Ton, der aber meist von dem viel stärkeren Geräusch verdeckt ist.

und auf der zweiten Hälfte der Drehung wiederholt sich der eben beschriebene Vorgang.

Die Intensität der Töne des Empfangstelephons ist nur ein Ausdruck der Intensität der in dem ersteren Telephon inducirten Wechselströme. Liegen nun die Schenkel seines Hufeisenmagnets neben einander, so wird der Kraftlinienstrom, welcher den der inducirenden Spirale zugewandten Schenkel trifft, von seinem Wege abgelenkt und geht durch den Magnet und zwar überwiegend in einer Richtung, während nur ein verschwindend kleiner Theil der Kraftlinien den Raum zwischen den Schenkeln durchsetzen wird. Wenn dagegen die Schenkel über einander liegen, so werden beide Schenkel von einem gleichen Kraftlinienstrom getroffen, der den Magnet in entgegengesetzter Richtung durchläuft. Im ersteren Falle wird also die Induction ein Maximum, im letzteren ein Minmum sein und in den Zwischenlagen allmählich ab- oder zunehmen, wie die Versuche ergeben.

Dieselben Vorgänge, welche wir soeben mit Hülfe eines zweiten Telephons verfolgt haben, können wir natürlich auch an dem ersteren, der Wirkung der inducirenden Spirale direct ausgesetzten Telephon wahrnehmen, wenn wir dasselbe dauernd geschlossen halten, während es um seine Axe gedreht wird. Selbst in grösster Nähe des Telephons zur inducirenden Spirale wird man die Maxima und Minima scharf unterscheiden; stellt man das Telephon in 0,5 m oder grösserer Entfernung von ersterer auf, so hört man es in den Maximumlagen noch laut tönen, in den Minimumlagen aber meist gar nicht.

Im Falle des offenen Telephons können natürlich keine Ströme zu Stande kommen, und die Ursache des Tönens ist in diesem Falle thatsächlich keine elektrische, sondern der Magnet als solcher tönt in Folge der ihn durchsetzenden Kraftlinien. Er tönt im Wesentlichen aus demselben Grunde, aus welchem das von der inducirenden Spirale umgebene Drahtbündel tönt. Dieses wird durch den intermittirenden Strom abwechselnd magnetisirt und entmagnetisirt, wobei es sich abwechselnd dehnt und verkürzt. Man kann diese Schwingungen fühlen, wenn man das Drahtbündel mit den Fingern berührt. Ebenso wird der Magnet in



Schwingungen versetzt in Folge der Veränderung, die sein magnetischer Zustand durch die ihn durchsetzenden Kraftlinien erleidet, und die sich in Tönen kundgiebt.

Dass in der That dies die Ursache des Tönens des offenen Telephons ist, habe ich direct bewiesen, indem ich den Hufeisenmagnet mit seinen Drahtspulen durch einen blossen Hufeisenmagnet ersetze, der mit einer ähnlichen Regulirungsvorrichtung versehen war, wie sie beim Telephon gebräuchlich ist. Der Magnet war von Siemens und Halske bezogen und ganz von der Beschaffenheit, wie ihn diese Firma zu Telephonen der hier in Rede stehenden Art verwandt hat. Eine solche Vorrichtung, der Wirkung der inducirenden Spirale ausgesetzt, tönt wie ein Telephon und die Töne haben denselben Charakter.

Wäre die Ursache des Tönens des offenen Telephons eine elektrische, so müsste diese Wirkung auch an einem zweiten Telephon, dessen eines Ende mit dem einen Ende der Drahtspulen des ersteren verbunden wäre, während die anderen beiden Enden isolirt blieben, wahrzunehmen sein. Allein dies ist nicht der Fall. Unter diesen Umständen hört man im zweiten Telephon ein schwaches Tönen nur dann, wenn das freie Ende desselben abgeleitet wird. Beiläufig bemerkt, ist es hierbei gleichgültig, ob die Ableitung durch die Gas- und Wasserleitung oder durch den menschlichen Körper, durch festes Anfassen des Drahtendes mit den Fingern erfolgt. Die Intensität der Töne bleibt dieselbe.

Was nun aber oben von der Wirkung der Kraftlinien beim Durchgang durch den Magnet des geschlossenen Telephons gesagt wurde, das gilt auch von dem offenen Telephon bei der hier in Betracht kommenden senkrechten Lage. Liegen die Magnetschenkel über einander, so wirken die sie durchsetzenden Kraftlinien einander zum grössten Theil entgegen; die Dehnungen und Verkürzungen des Magnets, oder welcher Art sonst die Veränderungen sein mögen, die er unter dem Einfluss der Kraftlinien erleidet, sind ein Minimum und hiermit die Schwingungen und das Tönen, dagegen ein Maximum, wenn die Schenkel neben einander liegen.



Es braucht kaum noch hervorgehoben zu werden, dass das Verhalten des offenen Telephons sich in keinem wesentlichen Punkte unterscheidet von einem blossen, mit einer Eisenmembran combinirten Hufeisenmagnet, dass also Alles, was von dem offenen Telephon gesagt wurde, auf den Magnet für sich Anwendung findet.

Diese Reaction des mit einer Eisenmembran combinirten Magnets gegen die magnetischen Kraftlinien ist sehr empfindlich. Bei der hier angewandten Stromquelle hört man ein solches System bei gehöriger Regulirung der Stellung des Magnets zur Eisenmembran noch in einer Entfernung von 2 m von der inducirenden Spirale tönen. Ein offenes Bell'sches Telephon, also einen mit einer Eisenmembran combinirten und mit einem Schalltrichter versehenen geraden Magnetstab hört man noch in grösserer Entfernung von der inducirenden Spirale tönen, wenn seine Axe der Axe der letzteren parallel ist oder mit der Verlängerung derselben zusammenfällt. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass diese Erscheinung zum Nachweis der Hertz'schen Schwingungen dienen könnte, ja es ist wohl denkbar, dass sich auf diese Weise mit Hülfe einer geeigneten Spiegelvorrichtung die Schwingungscurven selbst würden beobachten lassen.

Ein Eisenstab tönt unter denselben Umständen nicht. Das verhältnissmässig schwache Tönen, das man vernimmt, wenn man den Magnet des Telephons durch einen Eisenstab ersetzt, hat einen anderen Grund, der später hervortreten wird.

Die Beantwortung der Frage, weshalb das offene Telephon unter besagten Umständen meist lauter tönt, als wenn es geschlossen ist, bietet deshalb grosse Schwierigkeit, weil die Eisenmembran hier eine ganz uncontrolirbare Rolle spielt. Dies geht schon daraus hervor, dass während in den bisher beschriebenen Erscheinungen zwischen den (drei bis vier) von mir untersuchten und somit, wie ich wohl sagen darf, zwischen allen Telephonen gleicher Construction vollkommene Uebereinstimmung herrscht, diese bei dem nun in Rede stehenden Phänomen nicht mehr vorhanden ist. Untersucht man also auf's Gerathewohl mehrere Telephone, so findet man keine Uebereinstimmung in den Lagen, in denen



die Telephone offen lauter tönen als geschlossen oder umgekehrt. Auch ein und dasselbe Telephon zeigt hierin kein symmetrisches Verhalten. Ja in einem Falle genügte die Umkehrung des Diaphragmas, um die Erscheinungen wesentlich zu modificiren. Zuweilen ist die Entscheidung auch dadurch erschwert, dass im geschlossenen Telephon die Klangfarbe eine andere ist als im offenen; die Töne sind im ersteren Falle oft gleichsam gebundener, weniger stossartig oder schwirrend. Indessen liess sich doch feststellen, dass die Unterschiede der Intensität des Tönens des offenen und geschlossenen Telephons von der Justirung des Magnets abhängen, derart dass in der Regel das offene Telephon lauter tönt als das geschlossene, so lange der Magnet der Platte nicht zu nahe ist, während bei grösserer Nähe beider zu einander und namentlich, wenn der Magnet der Platte bis zur Berührung genähert ist, die Intensitätsunterschiede zwischen dem Tönen des offenen und geschlossenen Telephons nahezu oder völlig verschwinden.

Zur Erklärung dieses Verhaltens liesse sich Folgendes beibringen. Das offene Telephon tönt unter dem Einflusse der Kraftlinien, die von der inducirenden Spirale ausgehend, mit der Herstellung und Unterbrechung des Stromes abwechselnd den Magnet durchsetzen und sich zurückziehen. Der Magnet geräth hierdurch in Schwingungen, das magnetische Feld wird so abwechselnd verstärkt und geschwächt, und die Platte macht die der Stärke des Feldes und den elastischen Verhältnissen entsprechenden Schwingungen. Ist das Telephon jedoch geschlossen, so entstehen Wechselströme in der Drahtspule, deren Ansteigen und Absinken übrigens durch die Selbstinduction verzögert wird, und die Platte wird daher d a u e r n d in grösserer Nähe des Magnets gehalten, ihre Schwingungen sind weniger frei, ihre Ausbiegungen kleiner und somit die Intensität des Tönens geringer, als wenn das Telephon offen ist. In der Regel findet man, dass das geschlossene Telephon in den Minimumlagen etwas lauter tönt als das offene, was sich daraus erklären würde, dass die Wirkung der Wechselströme überwiegt über die der äusserst geringen, in diesen Lagen unter

dem directen Einfluss der von der inducirenden Spirale ausgehenden Kraftlinien noch erfolgenden Schwingungen des Magnets.

Abgesehen von anderen (von dem Vortragenden angeführten) Begründungen der Aussage, dass die Intensitätsunterschiede zwischen dem Tönen des offenen und geschlossenen Telephons lediglich oder fast ausschliesslich von der Eisenmembran herrühren, ergiebt sich dies auch daraus, dass dieselben verschwinden, wenn man erstere entfernt, soweit bei dem alsdann sehr schwach vernehmbaren Tönen des Magnets allein eine Entscheidung möglich ist. Dasselbe ist der Fall, wenn man die Eisenplatte durch eine Zink- oder Kupferplatte ersetzt. Die Töne sind in diesen Fällen ziemlich kräftig, aber nahezu gleich stark bei offenem wie bei geschlossenem Telephon, nur in den Maximumlagen ertönt dieses bei Anwendung einer Kupferplatte ein wenig lauter. Auch wenn man zwischen den Magnet und die Eisenplatte eine Scheibe steifen Papiers legt, verschwinden die Intensitätsunterschiede bei geeigneter Justirung des Magnets mehr und mehr.

Die Eisenplatte oder vielmehr Weissblechplatte des Telephons — denn aus diesem Material bestehen ja die Membranen der meisten Telephone — spielt aber bei den hier in Rede stehenden Erscheinungen noch eine andere und wichtigere Rolle. Sie tönt nämlich unter dem Einfluss der von der inducirenden Spirale ausgehenden magnetischen Kraftlinien für sich, wovon man sich leicht überzeugt, wenn man den Magnet mit seinen Drahtspulen aus der Telephonhülle entfernt. Der Charakter der Töne ist derselbe, wie wenn die Platte mit dem Magnet combinirt ist. Sie tönt am lautesten, wenn sie mit ihrer Ebene den magnetischen Kraftlinien parallel liegt, oder was dasselbe ist, wenn ihre Axe, d. i. die in ihrem Mittelpunkte errichtete Senkrechte mit der Verlängerung der Axe der inducirenden Spirale einen rechten Winkel bildet, und zwar ist die günstigste Lage im magnetischen Felde etwa die, in welcher die Axe der inducirenden Spirale resp. deren Verlängerung die Ebene der Platte tangirt. Je kleiner der Winkel ist, welchen die beiden Axen

mit einander bilden, desto schwächer sind die Töne, und wenn die Axen einander parallel sind, also die Ebene der Platte senkrecht liegt zu den magnetischen Kraftlinien, so muss man ganz dicht an die inducirende Spirale herangehen, um sie tönen zu hören, während sie in der erstgenannten Lage noch in einer Entfernung von 0,5 m und darüber von der inducirenden Spirale vernehmlich tönt. Merkwürdigerweise ändert sich aber die Intensität der Töne, wenn man die cylindrische Telephonhülle, zwischen deren trichterförmiger Erweiterung und dem Schalltrichter die Platte eingeklemmt ist, und hiermit zugleich die Platte, die bekanntlich kreisförmig ist, um ihre Axe dreht, und zwar unterscheidet man im Allgemeinen deutlich zwei um 180° von einander entfernte Minima und zwei um 90° von jedem Minimum entfernte Maxima.

Diese an der Telephonmembran beobachtete Erscheinung konnte nicht eine unmittelbare Wirkung der magnetischen Kraftlinien auf die Eisenplatte als solche sein, sondern diese musste polarisirt sein. Wenn dies richtig ist, so mussten bei einer Drehung der Platte für sich um ihre Axe um 90°, ohne die Telephonhülle hierbei zu drehen, die Orte der Minima und Maxima vertauscht erscheinen. Der Versuch bestätigte vollkommen diese Schlussfolgerung. Bei einer weiteren Drehung der Platte für sich um 90° hatten die Minima und Maxima wieder ihren früheren Ort. Eine nähere Untersuchung ergab, dass die Maxima eintraten, wenn der Durchmesser der Platte, welcher im Telephon der Verbindungslinie der Pole, die wir kurz die Pollinie nennen wollen, parallel gewesen war, den magnetischen Kraftlinien parallel lag, und die Minima, wenn dieser Durchmesser senkrecht zu ihnen lag. Die Platte tönt also unter dem Einfluss der inducirenden Spirale in Folge ihres remanenten Magnetismus.

Nach diesen Erfahrungen, die ich an drei Telephonmembranen gemacht hatte, erwartete ich, dass eine neue Eisenplatte, die noch nicht mit einem Magnet in Berührung gewesen war, unter denselben Umständen nicht tönen würde. Ich untersuchte acht Weissblechplatten, die zum Theil aus verschiedenen Tafeln

geschnitten waren, und die ganz wie die Telephonmembranen festgeklemmt wurden, aber keine von ihnen liess den geringsten Laut vernehmen, wenn man nicht so dicht an die inducirende Spirale heranging, dass magnetische Anziehungen merklich wurden. Als ich sie jedoch als Telephonmembran verwandte oder wenige Secunden auf dem Hufeisenmagnet liegen liess und dann abhob, zeigten die Platten die oben an den Telephonplatten beschriebenen Erscheinungen. Sie tönten noch in 0,5 m Entfernung von der inducirenden Spirale und gaben zwei Maxima, wenn der Durchmesser, der der Pollinie parallel gewesen war, den magnetischen Kraftlinien parallel lag, und zwei Minima, wenn dieser Durchmesser senkrecht zu ihnen stand. Diese Wahrnehmung, wie die Platte bei der Axendrehung bald lauter, bald leiser, ja in gewissen Lagen sehr kräftig tönt, in anderen verstummt, ist ausserordentlich frappant, und man wird unwillkürlich an analoge Erscheinungen der Optik erinnert.

Die Maxima und Minima fallen nicht immer scharf auf einen Punkt, sondern man hört die Platte auf einer grösseren oder kleineren Winkelstrecke gleichmässig laut oder leise oder auch gar nicht tönen, aber die Zu- und Abnahme der Intensität überhaupt ist so beträchtlich, dass sie niemals zu verkennen ist. Die mehr oder minder scharfe Begrenzung der Maxima und Minima, sowie deren Lage überhaupt hängt von der Art der Magnetisirung, innerhalb gewisser Grenzen von der Zeit, während welcher die Platte der magnetisirenden Wirkung ausgesetzt bleibt, und von der etwa vorausgegangenen Magnetisirung ab. Zur Begründung dieser Aussage diene Folgendes.

Eine neue Weissblechplatte, die wenige Secunden auf dem Hufeisenmagnet gelegen hatte, tönte sehr kräftig und hatte ihr Maximum, wenn sie so lag, dass der Durchmesser, welcher der Pollinie parallel gewesen war, den magnetischen Kraftlinien der inducirenden Spirale parallel lag. Zur Orientirung und der Kürze wegen wollen wir den Durchmesser, welcher bei der ersten Magnetisirung der Pollinie parallel war, den bezeichneten Durchmesser nennen. Als nun nach der ersten Magnetisirung, deren Erfolg soeben mitgetheilt wurde, die Platte für

kurze Zeit so auf den Magnet gelegt worden war, dass dieser Durchmesser die Pollinie rechtwinklig kreuzte, tönte sie sehr viel schwächer, und die Maxima und Minima schienen verschoben. Sie schien noch schwächer zu tönen, als sie weitere zwei Minuten in derselben Richtung auf dem Magnet liegen blieb, etwas stärker dagegen, als sie wiederum in derselben Richtung 10 Minuten lang auf dem Magnet liegen gelassen wurde; aber nun traten die Minima ziemlich scharf dann ein, wenn der bezeichnete Durchmesser senkrecht stand zu den magnetischen Kraftlinien. Die Platte war also nun in einer zu der ursprünglichen senkrechten Richtung polarisirt.

Ebenso werden die Erscheinungen modificirt, wenn der bezeichnete Durchmesser einen anderen, zwischen 0° und 90° liegenden Winkel mit der Pollinie bildet.

Wie es scheint, wird die Platte am schärfsten in Richtung eines Durchmessers polarisirt, fallen also bei der Axendrehung die Maxima und Minima des Tönens um so genauer in die Lagen, bei denen der bezeichnete Durchmesser parallel, bezüglich senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien liegt, je kürzere Zeit die Platte mit dem Magnet in Berührung bleibt. Um die Platte zu polarisiren, ihr also die Fähigkeit zu ertheilen, in den genannten Lagen unter dem Einfluss der magnetischen Kraftlinien zu tönen, ist übrigens eine unmittelbare Berührung mit dem Magnet nicht nöthig; ich erhielt dasselbe Resultat, als die Weissblechplatte durch eine Scheibe steifen Papiers von dem Magnet getrennt war. Demnach sind auch die Telephonmembranen durch die Nähe des Magnets polarisirt.

Wir verstehen nun, welchen Grund das Tönen hat, das man vernimmt, wenn der Magnet des Telephons durch einen Weicheisenstab ersetzt und der Wirkung der inducirenden Spirale in der genannten Lage unterworfen wird (oben p. 100), und das ich selbst, ehe ich die vorstehenden Beobachtungen an den Platten machte, dem Eisenstab zuschrieb. Es ist die Telephonmembran, welche tönt; denn wenn man diese durch eine neue Weissblechplatte ersetzt, so vernimmt man unter denselben Umständen nicht den geringsten Laut. Der

Eisenstab für sich tönt also nicht. Als er jedoch durch einen elektrischen Strom magnetisirt worden war, somit remanenten Magnetismus angenommen hatte und nun mit der neuen Weissblechplatte combinirt wurde, tönte das System. Die Töne sind jedoch ungleich schwächer als die eines Magnetstabes, wie er beispielsweise einen Bestandtheil des Bell'schen Telephons bildet, oder des Hufeisenmagnets eines Siemens'schen Telephons, und man muss den Eisenstab der Platte fast bis zur Berührung nähern, um das Tönen zu hören. Zu diesem Zwecke wurde dieselbe Regulirungsvorrichtung wie für den Hufeisenmagnet angewandt. Die von mir untersuchten Eisenstäbe waren cylindrisch, hatten eine Länge von etwa 13,25 cm und einen Durchmesser von ca. 17 mm.

Merkwürdigerweise zeigen sich aber auch hier bei der Axendrehung Intensitätsunterschiede, was bei einem Magnetstabe durchaus nicht der Fall ist, wie das Verhalten des offenen Bell'schen Telephons lehrt. Ich vermuthe daher, dass dieselben von der Platte herrühren, indem diese durch den remanenten Magnetismus des Eisenstabes, so gering er auch ist, zugleich unter dem Einfluss der von der inducirenden Spirale ausgehenden magnetischen Kraftlinien vorühergehend polarisirt wird. Ich sage vorübergehend, da die Platte für sich nach Entfernung des Eisenstabes nicht tönt. Zu Gunsten dieser Vermuthung lässt sich anführen, dass die Platte sich auch dadurch polarisiren lässt, dass sie nahe vor die inducirende Spirale mit ihrem Drahtkern, ohne diesen zu berühren, gehalten wird. Aber dann ist sie dauernd polarisirt. Ohne Eisenplatte, oder mit einer Zinkplatte combinirt, hört man den Eisenstab nicht tönen, wie es wohl bei einem Magnet der Fall ist, was jedoch nichts anderes beweist, als dass die Schwingungen des Eisenstabes, wie bereits bemerkt, ungleich geringer sind als die eines Magnets.

Für die Eisenmembran des Telephons ergibt sich aus Vorstehendem, dass sie bei senkrechter Lage desselben unter dem doppelten Einfluss der von der inducirenden Spirale ausgehenden und sie direct treffenden oder an ihr vorbeigehenden und der Kraftlinien, welche den Magnet durchsetzend sie gleichfalls

treffen oder an ihr vorbeigehen, zum Tönen kommt. Der Hauptantheil an dem Tönen fällt also unter diesen Umständen der Platte zu, dass aber auch die Schwingungen des Magnets einen directen Beitrag hierzu liefern, geht aus der früheren Mittheilung (p. 101 f.) hervor, dass man den Magnet auch ohne Platte, oder mit einer Zink- oder Kupferplatte combinirt, tönen hört.

Alle in dieser Abhandlung beschriebenen Erscheinungen sind von der Richtung, in welcher der Strom die inducirende Spirale umkreist, völlig unabhängig.

Es ist eine Fundamentalthatsache der Lehre von der Elektricität, dass diese nicht auf neutrale Körper wirkt, mit anderen Worten heisst das, dass die Fundamentalerscheinung der Elektricität die Induction ist. Analoges gilt vom Magnetismus. Der Magnet vermag nur dadurch das Eisen anzuziehen, dass er es selbst zu einem Magnet macht. Wir haben hier dasselbe an einer anderen Aeusserung des Magnetismus kennen gelernt.

Das eigenthümliche Verhalten der Platten sowie manche andere der hier beschriebenen Erscheinungen dürfte sich jedoch nach den hergebrachten Vorstellungen über den Magnetismus schwerlich erklären lassen. Hoffentlich lösen weitere Untersuchungen das Räthsel.

Hr. **H. v. Helmholtz** machte dann eine Mittheilung betreffend die Resultate seiner Untersuchungen über

die Energie der Wogen und des Windes,

welche bereits in den Sitzungsberichten der hiesigen Akademie der Wissenschaften vom 17. Juli 1890 veröffentlicht sind.

Geschenke.

G. Marktanner-Turnetscher. Die Mikrophotographie als Hülfsmittel naturwissenschaftlicher Forschung. Halle: W. Knapp. 1890.

B. Lewy. Die Compensirung der Klappenfehler des Herzens. Berlin: J. Springer. 1890.

J. M. Eder. Handbuch der Photographie. Halle: W. Knapp. Lfg. 1 und 2. 1890.

E. Brückner. Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit (Geogr. Abhdlgen., herausgegeb. von A. Penck). Wien und Olmütz: E. Hölzel. 1890.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1889. 50. Jahrgang. Prag 1890.

H. Kayser und C. Runge. Ueber die Spectren der Elemente. Dritter Abschnitt. S.-A. Abhdlgen der Berl. Akad. 1890. Berlin 1890.

K. E. Zetzsche. Der Betrieb und die Schaltungen der elektrischen Telegraphen. Heft 2. Halle: W. Knapp.

Annales de l'Observatoire de Nibe publicés par M. Perrotin, directeur. Tome III. Texte. Paris: Gauthiers-Villars. 1890.

P. Czermak. Reductionstabellen zur Gauss-Poppendorff'schen Spiegelablesung. Berlin: J. Springer. 1890.

K. Prytz. Methoder til karte Tiders, saerlig Rotationstiders, Udmaaling. S.-A. Vidensk. Selsk. Skr. 6. Raekke. nat. og math. Afd. VII 2. Kjöbenhavn 1890.

H. Wild. Neuer Anemograph und Anemoskop. S.-A. Melanges phys. et chim. Tome XIII livr. 1. St. Petersbourg 1890.

Ch. A. B. Huth. Zur Reformation der Musik. Hamburg: Selbstverlag 1890.

F. Richarz. 1) Eine dem Leidenfrost'schen Phänomen anologe Erscheinung, 2) Widerstand von Zersetzungszellen, 3) galvanische Polarisation: S.-A. Sitzungsber. d. niederrh. Gesell. in Bonn vom 7. Juli 1890.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 21. November 1890.** **Nr. 15.**
Ausgegeben am 9. Januar 1891.

Vorsitzender: Hr. E. du Bois-Reymond.

Hr. **H. Rubens** sprach

Ueber Messung stehender elektrischer Wellen in Drähten.

Es ist der Zweck der nachstehenden Mittheilung, über eine Methode zu berichten, welche es möglich macht, die charakteristischen Grössen elektrischer Wellen, nämlich Wellenlänge, Schwingungsform und Amplitude mit grosser Schärfe festzustellen.

In einem früheren Berichte habe ich in Gemeinschaft mit Hrn. R. Ritter den Nachweis geliefert, dass das von Hrn. A. Paalzow und mir construirte Dynamo-Bolometer in hohem Grade dazu geeignet ist, elektrische Schwingungen von kurzer Periode zu messen. Es gelang uns mit Hülfe dieses Instruments die Hertz'schen Hohlspiegelversuche zu wiederholen und insbesondere den Einfluss zu untersuchen, welchen parallele Drahtgitter auf elektrische Schwingungen ausüben.

Weitere Versuche haben nun gezeigt, dass die nämliche Methode mit einigen Modificationen, wie sie durch die neuen Versuchsbedingungen gefordert werden, auch im Stande ist, über die räumliche Vertheilung der Energie in elektrisch schwingenden Drähten Auskunft zu geben.

Der die Schwingungen erregende primäre Leiter bestand in

meinen Versuchen, der Anordnung des Hrn. Hertz entsprechend, aus 2 quadratischen Blechplatten *A* und *B*, verbunden durch einen Draht, in dessen Mitte sich die mit Polkugeln versehene Funkenstrecke befand. Den Platten *A* und *B* des primären Leiters gegenüber waren 2 kleine Metallplatten *E* und *F* angebracht, von deren Mitten die beiden Drähte *l* und *m* ausgingen, in welchen die stehenden Wellen erregt werden sollten. Von *E* und *F* aus führten die Drähte *l* und *m* erst 83 cm aufwärts zu dem Nullpunkt einer Centimeterscala und von da ab in einem Abstand von 8 cm parallel in gerader Linie 570 cm in den Raum hinaus. Ihr Ende wurde wieder durch kleine Metallplatten (*H* und *J*) gebildet.

Will man das Bolometer zur Messung der an einzelnen Stellen des Drahts herrschenden elektrischen Energie verwenden, so ist es leicht einzusehen, dass dies nicht in der Weise geschehen darf, dass man die betreffenden Drahtstellen mit dem Bolometer in leitende Verbindung bringt. Die dadurch hervorgerufene Vermehrung der Kapacität würde der Schwingung ohne Zweifel einen ganz anderen Charakter geben. Die Enden der Bolometerleitung müssen daher in einer solchen Entfernung von den elektrisch oscillirenden Drähten endigen, dass einerseits die dadurch verursachte Zunahme der Kapacität die Schwingung nicht merklich beeinflusst, anderseits aber die Wirkung auf die Bolometerleitung noch ausreicht, um im Bolometer messbare Erwärmungen hervorzubringen.

Nach mannigfachen Versuchen fand ich, dass die folgende Vorrichtung diesen beiden Bedingungen genügt.

Ueber die beiden Drähte *l* und *m* wurden zwei circa 5 cm lange Stücke eines dickwandigen Capillarrohrs aus Glas geschoben, an welche die Enden der Bolometerleitung nach einmaliger Umwindung durch Siegellack befestigt wurden. Man erhielt so zwei kleine Leydener Flaschen von ausserordentlich geringer Kapacität. Durch elektrostatische Induction wurde die Oscillation der inneren Belegung auf die äussere, d. h. auf die Bolometerleitung übertragen und konnte so in Form von Wärme gemessen werden.

Führt man die kleinen Leydener Fläschchen an den Drähten *l* und *m* entlang, während im primären Leiter Schwingungen erregt werden, so beobachtet man, dass die Ausschläge des Galvanometers an einigen Stellen sehr klein ausfallen und dazwischen continuirlich zu- und abnehmen. Trägt man die am Bandmaass abgelesene Entfernungen der Flaschen vom Nullpunkt als Abscissen, die Ausschläge als Ordinaten auf, so erhält man Curven von ausgesprochenem Wellencharakter. Für eine bestimmte Drahtlänge des primäen Leiters wird die Curve besonders ausgeprägt und regelmässig. In diesem Falle findet zwischen dem primären Leiter und den Drähten *l* und *m* Resonanz statt.

Wellen von noch grösserer Regelmässigkeit erhält man, wenn man nach Hrn. Lecher's Methode die Drähte *l* und *m* durch einen kurzen Metalldraht derart überbrückt, dass in den beiden hierdurch gebildeten Inductionskreisen Resonanz stattfindet. Untersucht man dann in der oben beschriebenen Weise mit Hülfe des Bolometers und der kleinen Flaschen die Schwingung in dem (vom primären Leiter aus gerechnet) jenseits der Brücke gelegenen Theile der Drähte *l* und *m*, so findet man, dass man es dort mit nahezu reinen Sinusschwingungen zu thun hat.

Eine ausführliche Beschreibung der Versuche wird demnächst in Wied. Ann. erscheinen.

Hr. **S. Kalischer** sprach darauf

Ueber die geradlinige Ausbreitung des Schalles.

Zwischen der Wahrnehmung des Schalles und der des Lichtes besteht bekanntlich ein grosser Unterschied. Einen leuchtenden Punkt sehen wir bei ungestörter Ausbreitung seines Lichtes nicht, wenn sich zwischen ihm und unserem Auge nicht eine gerade Linie ziehen lässt. So lehrt uns die tägliche Erfahrung, dass das Licht sich in geraden Linien ausbreitet. Das Licht guckt nicht um die Ecke, ist der vulgäre Ausdruck für diese Thatsache. Anders der Schall; man hört den Schall um die

Ecke. Nichtsdestoweniger erschliessen wir aus den Reflexionserscheinnngen mit Sicherheit, dass der Schall sich in geraden Linien ausbreitet. Einen allgemeinen unmittelbaren Beweis durch das Ohr, wie wir ihn beim Lichte durch das Auge haben, giebt es nicht. Im Gegentheil sind wir oft nicht im Stande zu beurtheilen, aus welcher Richtung ein Schall kommt. Indess liefern doch einen mehr directen Beweis für die geradlinige Ausbreitung des Schalles sehr schwache Schallquellen, die man nur dann hört, wenn das Ohr in bestimmter Richtung gegen sie gehalten wird. Eine kleine Damenuhr z. B. kann man ganz nahe vor das Gesicht halten, ohne ihr Ticken zu hören, während man es noch in einer Entfernung von mehr als einem Meter hört, wenn man das Ohr in gerader Richtung gegen die Uhr hält. Bei meinen Untersuchungen, über welche ich Ihnen in der vorigen Sitzung zu berichten die Ehre hatte, ist mir jedoch noch eine andere Art von Schallquellen aufgestossen, wobei sich die geradlinige Ausbreitung in noch viel auffälligerer Weise zeigt und weniger auf der Schwäche der Schallquelle als auf der Höhe ihrer Töne zu beruhen scheint. Es ist dies ein Eisendrahtbündel in einer von einem intermittirenden Strom durchlaufenen Spirale. Ein solches Bündel giebt klirrende Töne, welche bei geeigneter Stellung des Ohres ziemlich kräftig erscheinen und in diesem Falle bei meinen Versuchen noch in einer Entfernung von 3 m gehört werden und deren Wahrnehmbarkeit in ruhiger Umgebung vermuthlich noch weiter reicht. Die Bedingung hierfür scheint die zu sein, dass von einem Punkte des aus der Spirale hervorragenden Drahtbündels ein geradliniges Schallstrahlenbündel nach dem Innern des Ohres gezogen werden kann. Ist dies nicht der Fall, so hört man nichts. So kann man sich mit dem Gesichte ganz dicht über die Spirale beugen, ohne einen Ton zu vernehmen, wenn man nicht das Ohr dem Drahtbündel zuneigt.

Die geradlinige Ausbreitung des Schalles von dieser Quelle aus lässt sich in frappanter Weise folgendermassen verfolgen.

Die Spirale mit ihrem Drahtkern liege auf einem Tisch von gewöhnlicher Höhe, jedoch um nicht durch die Resonanz des-

selben gestört zu werden, nicht unmittelbar darauf, sondern etwa durch Korkstücke isolirt. Nun stelle man sich, das Ohr dem Drahtbündel zugewandt, in einer gewissen Entfernung dem einen Ende desselben gegenüber auf, in welcher man das Klirren vollkommen scharf hört. Dreht man nun den Kopf auch nur ein wenig nach rechts oder links, so verschwindet der Ton vollkommen. Der Uebergang vom deutlichen Hören zum Verschwinden des Tones erfolgt nahezu plötzlich.

In Folge der Bedingung, von welcher die Wahrnehmung dieser Töne überhaupt abzuhängen scheint, vernimmt man sie in aufrechter Körperhaltung, das Ohr immer der Schallquelle zugewandt, in einer gewissen Entfernung am deutlichsten. Dies war z. B. bei meinen Versuchen in ca. 1,5 m Entfernung von derselben der Fall. Nähert man sich nun, ohne die Haltung des Kopfes irgend zu ändern, dem Drahtbündel, so werden die Töne schwächer, und in einer Entfernung von ca. 0,5 m bis zur grössten Nähe hört man nichts mehr. Man hat somit die paradoxe Erscheinung, dass die Intensität des Schalles mit der Annäherung an die Quelle desselben, bei unveränderten Haltung des Ohres, schwächer wird und bis zu Null abnimmt. Aehnliche Beobachtungen kann man auch mit anderen schwachen Schallquellen, beispielsweise mit Taschenuhren, wenn auch nicht in so scharf ausgesprochener Weise machen.

Entfernt man sich von dem Orte des deutlichen Hörens weiter von dem Drahtbündel, so verschwinden die Töne ebenfalls, um jedoch sofort wieder zu erscheinen, wenn man sich höher stellt. So konnte ich, auf einem Stuhle stehend, das Klirren des Drahtbündels noch in einer Entfernung von 3 m und darüber hören, während bei niedrigerer Höhenlage des Ohres, aufrecht auf dem Boden stehend, die äusserste Grenze, bis zu welcher ich es wahrnahm, etwa 1,75 m war.

Das eigenthümliche Verhalten dieser Schallquelle dürfte, wie bemerkt, auf der Höhe der Töne, welche sie entsendet, beruhen. Das Tönen des Drahtbündels, hört sich wie das Zirpen der Grillen an, und von diesen hohen Tönen heisst es wohl,

dass sie vorwiegend in gerader Linie von ihrem Ursprung vernommen werden.

Ich möchte noch, namentlich für diejenigen, welche die Versuche wiederholen wollen, bemerken, dass ich diese Erscheinung nur mit dem linken Ohre verfolgen kann. Mit dem rechten höre ich das „Zirpen" des Drahtbündels in einiger Entfernung von demselben überhaupt nicht, während zwei andere Personen angaben, es mit dem rechten Ohre ebenso gut zu hören wie mit dem linken.

Geschenke.

K. Singer. Die Schneedecke in Bayern im Winter 1888/89. S.-A. a. d. Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern. Herausgegeben v. Carl Lang u. F. Erk. XI, 1889. München 1890. C. Ackermann.

F. M. Stapff. Diluvialstudien in Lappmarken.

Zur Mallet'schen Methode der Bestimmung des Erdbebencentrums. S.-A. Himmel und Erde. Jahrg. II. Heft 10.

Müttrich. Ueber den Einfluss des Waldes auf die periodischen Veränderungen der Lufttemperatur. S.-A. ZS. für Forst- u. Jagdwesen. Jahrg. 1890. Heft 7.

E. Riecke. Beiträge zu der von Gibbs entworfenen Theorie der Zustandsänderungen eines aus einer Mehrzahl von Phasen bestehenden Systems. S.-A. Göttinger Nachrichten 1890, Nr. 6.

H. W. Julius. Die Licht- und Wärmestrahlung verbrannter Gase. Berlin. L. Simion, 1890.

F. Leconte. Etude expérimentale sur un mouvement curieux des ovoïdes et des ellipsoïdes. S.-A. Arch. des Sciences phys. et nat. Tome XXIV, 1890.

O. E. Meyer. Ein Gebirgsmagnetometer. S.-A. Wied. Ann. XL. 1890.

S. P. Langley and F. W. Very. On the cheapest Form of Light. Sill. Journ. Vol. XL, Aug. 1890.

B. Schwalbe u. R. Lüpke. Mittheilungen über Schulversuche (Schluss). S.-A. ZS. f. d. physik. u. chem. Unters. 3. Jahrg. Aug. 1890.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 5. December 1890.** **Nr. 16.**
Ausgegeben am 9. Januar 1891.

Vorsitzender: Hr. W. v. BEZOLD.

Hr. **A. Koepsel** sprach

a) über einen Apparat zur Untersuchung der Magnetisirbarkeit von Eisensorten.

Mit den zunehmenden Fortschritten der Elektrotechnik wachsen naturgemäss die Ansprüche an das zu verwendende Material. Ein Material, an welches die weitgehendsten Anforderungen gestellt werden müssen, ist das Eisen. Aber gerade die Untersuchungen der Güte von Eisensorten sind derart, dass sie bisher nur mit den feinsten und in der Technik nicht leicht zu handhabenden Apparaten angestellt werden konnten. So trat an mich Seitens der Firma SIEMENS & HALSKE die Aufgabe heran, diese Untersuchungen in einer leicht und mit genügender Genauigkeit ausführbaren Weise zu bewerkstelligen. Die bisher allgemein angewandte ballistische Methode musste als für die Technik zu zeitraubend und zu empfindliche Apparate und geschulte Beobachter benöthigend verlassen werden. Ich wandte mich daher zu einer andern Methode, die im Princip auf der Umkehrung der WEBER'schen absoluten Strommessung basirt. Bekanntlich benutzte WEBER zur absoluten Strommessung die Bifilarrolle und das Feld des Erdmagnetismus. Ist D das Directionsmoment der bifilaren Aufhängung, f die Windungsfläche der Rolle, H die horizontale Componente des Erdmagnetismus,

8*

so ist die Intensität eines Stromes, welcher die Bifilarrolle durchfliesst

$$i = \frac{D}{fH} \operatorname{tg} \alpha,$$

wenn α den Ablenkungswinkel bezeichnet.

Kennt man den Strom, so kann man umgekehrt nach dieser Methode magnetische Felder bestimmen. Das magnetische Feld einer Drahtrolle lässt sich auf diese Weise sehr genau messen. Da nun das magnetische Feld einer solchen Rolle proportional der in ihr herrschenden Stromintensität ist, so ist hiernach dasselbe für jeden Strom bekannt.

Der Apparat besteht nun aus zwei Drahtrollen von je 854 Windungen, die ihre entgegengesetzten Pole einander zukehren. In den Zwischenraum zwischen beiden kann eine kleine Drahtrolle gebracht werden, deren Axe senkrecht zu den Axen der beiden erstgenannten Rollen steht, und durch welche ein constanter Strom (0,01 Amp.) fliesst; die Zuleitung dieses Stromes besorgen zwei Spiralfedern aus hartgezogenem Messing, welche zugleich als Torsionsfedern dienen. Bei Erregung des magnetischen Feldes sucht sich die Axe der kleinen Rolle der Axe der beiden grossen parallel zu stellen; der Winkel, um den man die Spiralfeder tordiren muss, um wieder Gleichgewicht herzustellen ist proportional der Grösse des magnetischen Feldes. Die Beobachtung erfordert daher nicht, wie die ballistische Methode die Ablesung eines einmaligen momentanen Ausschlages, sondern nur die einer dauernden Ablenkung.

Um die Beobachtungen auf absolutes Maass zurückzuführen, wurde zunächst das Feld der beiden grossen Rollen in der oben angedeuteten Weise mittelst dreier Bifilarrollen von 21,87; 47,42 und 156 cm^2 Windungsfläche in absolutem Maasse bestimmt. Es ergab sich, dass der Strom 1 cgs in dem Zwischenraum zwischen beiden Rollen in der Richtung der Axe ein Feld von 438,2 cgs hervorrief. Nun wurde der erwähnte Torsionsapparat eingesetzt und dessen Ablenkung bei bekanntem Felde bestimmt. Es ergab sich, dass bei einem Erregungsstrom der Torsionsrolle von 1 cgs die Ablenkung für das Feld 1 cgs $1047^\circ = \Gamma$ betragen

würde. Daraus resultirt für eine Ablenkung A beim Erregungsstrom i ein Feld:

$$F = \frac{A}{\Gamma i}.$$

Nachdem der Apparat so geaicht ist, lässt sich auch das Feld bestimmen, welches in den Rollen befindliche Eisenmassen hervorbringen und so die Güte verschiedener Eisensorten untersuchen.

[Einige Resultate, die auf diese Weise von Guss- und Schmiedeeisenproben mit dem Apparat erhalten wurden, und deren graphische Veranschaulichung den Unterschied zwischen beiden, sowohl was die Magnetisirbarkeit als auch die Remanenz betrifft, deutlich erkennen liessen, wurden der Versammlung vorgelegt.]

Für die Feldstärke der Rollen ohne Eisen ergiebt sich demnach

$$H = cJ \quad (c = 438,2)$$

mit Eisen

$$F = \frac{A}{\Gamma i} \quad (\Gamma = 1047)$$

Der Coefficient der inducirten Magnetisirung wäre demnach

$$k = \frac{F}{H} - 1 = \frac{A}{\Gamma c i J} - 1.$$

Man erhält indessen mit diesem Apparat nicht den wirklichen Coefficienten der inducirten Magnetisirung, sondern nur einen diesem proportionalen Coefficienten, da der Zwischenraum zwischen den beiden Magnetisirungsrollen nicht Eisen, sondern Luft ist. Die Versuche ergaben für k je nach der Intensität der Magnetisirung Werthe zwischen 4 und 6, während der Coefficient der inducirten Magnetisirung bei guten Eisensorten, wie die angewendeten waren, mindestens 16 ist.

Die Frölich'sche Magnetisirungsformel zeigte, sofern nicht die Magnetisirungsintensität zu klein war, gute Uebeinstimmung mit den Beobachtungen. Setzt man hiernach

$$F = \frac{J}{a + bJ} + cJ, \quad H = cJ,$$

so wird

$$k = \frac{1}{ac} \quad \text{für} \quad J = 0.$$

Der grösste Werth von k wäre demnach $= 1/ac$. Es ergab sich

für Gusseisen	$k_{J=0}$	$= 5{,}73$
- Schmiedeeisen		$= 4{,}40$
- Blech		$= 5{,}77$
- -		$= 5{,}57$

Dieser Werth von $k_{J=0}$ bot ausserdem ein gutes Kriterium für die Remanenz. Es war

	Aufsteigende Stromintensität	Absteigende Stromintensität
für Gusseisen	$k_{J=0} = 4{,}40$	$k_{J=0} = 10{,}51$
- Schmiedeeisen	- $= 5{,}73$	- $= 7{,}63$

d. h. je kleiner der Unterschied der Werthe von $k_{J=0}$ für aufsteigende und absteigende Stromintensitäten ist, desto kleiner ist die Remanenz der betreffenden Eisensorte.

Bei den Beobachtungen wurde ich von den HHrn. Dr. Ebeling und Dr. Berliner in dankenswerther Weise unterstützt.

Im Charlottenburger Werk von Siemens & Halske wird die Untersuchung der Eisensorten jetzt mit Hülfe dieses Apparates mit gutem Erfolge ausgeführt.

b) über ein astatisches Elektrometer für hohe Spannung von Siemens & Halske.

Der Apparat ist nach dem Princip des von Curie & Blondlot angegebenen Elektrometers (La Lum. él. XXX) construirt. Die Nadel ist doppelpolig und besteht aus zwei von einander isolirten Halbkreisen, ebenso die Quadranten. Die Axe der Nadel, welche horizontal liegt, besteht aus zwei von einander isolirten Hälften, deren Enden mit schrägstehenden Spitzen versehen sind, die in konischen Stahlpfannen ruhen und zugleich als Zuleitung der Spannung dienen, indem sie mit je einer Hälfte der Nadel metallisch verbunden sind. Eine Arretirung gestattet, beim Transport die Spitzen aus den Pfannen herauszuheben. Vor die Nadel und die Quadranten sind Graphitwiderstände ge-

schaltet, um einem etwaigen Kurzschluss vorzubeugen. Derartig construirte Elektrometer können auch als Energiemesser für Wechselstrom verwendet werden. Das vorgezeigte Instrument gestattet Spannungen bis zu 2500 Volt zu messen.

Durch eine ebenfalls vorgezeigte Gleichstrommaschine K_4 von Siemens & Halske für 2000 Volt wird die Aichung bewerkstelligt.

Geschenke.

K. Scheel. Die Ausdehnung des Wassers mit der Temperatur. Inaug.-Diss. Berlin 1890.

Chr. Huygens. Oeuvres complètes, publiées par la société hollandaise des sciences. Tome I u. II. La Haye. Martinus Nijhoff. 1888 u. 1889.

S. Kalischer. Ueber das Tönen des Telephons und über eine Erscheinung des remanenten Magnetismus. S.-A. Wied. Ann. XLI. 1890.

K. Angström. Etudes de la distribution spectrale de l'absorption dans le spectre infra-rouge. S.-A. Översight af K. Vetensk. Ak. Förhandl. 1890, Nr. 7. Stockholm.

Th. Gross. Ueber die Anwendung des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie auf moleculare und im besonderen auf elektrolytische Vorgänge. S.-A. Exner's Repert. XXVI. 1890.

C. R. Cross. On the extent of the excursion of the electrodes of a microphone-transmitter. S.-A. Proc. Americ. Acad. of Arts and Sciences Vol. XXV.

A. Oberbeck und J. Edler. Ueber die elektromotorischen Kräfte galvanischer Ketten. S.-A. Mitth. d. Naturw. Ver. v. Neuvorpommern und Rügen. 22. Jahrg. 1890.

Verhandlungen der Ossterreichischen Gradmessungs-Commission. Protocolle über die Sitzungen im Dec. 1885, Dec. 1886, Jan. 1887. Wien 1889.

Verhandlung der Oesterreich. Gradmessungs-Commission. Protocolle über die Sitzungen im Dec. 1887, März 1888 und April 1889. Wien 1889.

P. du Bois-Reymond. Ueber die Grundlagen der Erkenntniss in den exakten Wissenschaften. (Nach einer hinterlassenen Handschrift.) Tübingen 1890. H. Laupp'sche Buchhandlung.

J. Stefan. Ueber die Theorie der Eisbildung, insbesondere über die Eisbildung im Polarmeer. S.-A. Wien. Ber. Bd. XCVIII, Abth. II.

J. Stefan. Ueber einige Probleme der Theorie der Wärmeleitung. S.-A. Wien. Ber. Bd. XCVIII, Abth. II.

F. Lippich. Ueber polaristrobometrische Methoden, insbesondere über Halbschattenapparate. S.-A. Wien. Ber. Bd. XCI, Abth. II.

F. Lippich. Zur Theorie der Halbschattenpolarimeter. S.-A. Wien. Ber. Bd. XCIX, Abth. II.

K. Wesendonck. Ueber den Kathodenwiderstand. S.-A. Wied. Ann. XLI. (2 Expl.).

K. Wesendonck. Einige Beobachtungen über Büschelentladungen. S.-A. Wied. Ann. XL. (4 Expl.).

W. v. Bezold. Das Königlich Preussische Meteorologische Institut in Berlin und dessen Observatorium bei Potsdam. Berlin 1890. Mayer und Müller.

O. Lehmann. Dr. J. Frick's Physikalische Technik. I. Band. Braunschweig 1890. F. Vieweg u. Sohn.

F. M. Stapff. Zur Diluvialfrage. S.-A. Mitth. aus dem mineralog. Instit. d. Univ. Kiel. Bd. I Heft 3. 1890.

Verhandlungen
der
Physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

Jahrg. 9. **Sitzung vom 19. December 1890.** Nr. 17.
Ausgegeben am 2. Februar 1891.

Vorsitzender: Hr. E. du Bois-Reymond.

Hr. **B. Schwalbe** widmete warme Worte der Erinnerung dem uns durch den Tod entrissenen Mitgliede

Friedrich Kruse

Professor und Oberlehrer am Kgl. Wilhelms - Gymnasium zu Berlin,

gestorben am 12. December 1890. Der Verstorbene hatte es sich zur Aufgabe gestellt unter den schwierigen Verhältnissen, welche die gymnasialen Einrichtungen darbieten, den Unterricht in Mathematik und Physik möglichst zu vertiefen; an den Sitzungen der Gesellschaft nahm er früher regelmässig Antheil, wie er überhaupt derselben stets reges Interesse bewahrte.

Die Anwesenden ehrten das Andenken des Verstorbenen durch Erheben von den Sitzen.

Hr. **P. Glan** sprach

Ueber ein Spectrosaccharimeter.

Der Vortrag, dessen Inhalt bereits in den Sitzungsberichten der Kgl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften vom 6. Dec.

1890 veröffentlicht ist, war von einer Demonstration des besprochenen Apparates begleitet.

Hr. **M. Wien** (a. G.) machte darauf eine Mittheilung betreffend

Das Telephon als optischer Apparat zur Strommessung*).

Der Vortragende beschreibt zunächst den Apparat, der zur Messung der Intensität von konstanten sowohl wie von alternirenden Strömen dienen soll. Die dicke Platte des Telephons wird durch eine gewellte Membran aus Neusilber ersetzt, wie sie zu Aneroidbarometern gebraucht werden; auf der Mitte derselben gegenüber dem Telephonmagnet ist ein Stück weichen Eisens aufgelöthet. Durch eine empfindliche Spiegelübertragung werden die Bewegungen dieser Membran sichtbar gemacht. In dem Spiegel wird durch ein Fernrohr ein Spalt betrachtet; dreht sich der Spiegel in Folge der Bewegung der Membran, so wandert das Spaltbild über das Gesichtsfeld; schwingt die Membran in Folge von Wechselströmen, so dreht sich der Spiegel schnell hin und her, und statt der Lichtlinie entsteht ein breites Lichtband.

Bei konstantem Strom sind 10^{-6} Amp. noch merklich; der Apparat ist also hierfür nicht sehr empfindlich, aber sehr bequem, besonders zur Nulleinstellung, da der Ausschlag momentan erfolgt und proportional der Stromintensität ist.

Viel empfindlicher ist der Apparat zur Messung von Wechselströmen, wenn die Periode des Stromes mit dem tiefsten Eigenton der Membran übereinstimmt. Dies erreicht man folgendermaassen: die Stromquelle ist ein Inductorium, dessen primäre Leitung durch eine Saite unterbrochen wird; dieselbe besteht aus weichem Eisen und wird in ganz derselben Weise elektromagnetisch getrieben wie eine Stimmgabel. Der Ton der Saite

---

*) Die ausführliche Abhandlung erscheint demnächst in WIEDEMANN's Annalen.

wird durch Spannen so lange geändert, bis ein Maximum des Ausschlags erfolgt.

Für diese Periode — die seines Eigentons — zeigt der Apparat einen mehr als 100mal so grossen Ausschlag, wie für andere Perioden; in Folge dessen sind alle übrigen Sinusströme, welche in dem Strom eines Inductoriums (nach Fourier entwickelt) vorkommen, ohne merklichen Einfluss auf den Apparat, besonders wenn das Inductorium einen festen Eisenkern enthält. Demnach reagirt der Apparat nur auf eine Sinussschwingung.

Die zweite wichtige Eigenschaft ist, dass der Ausschlag proportional der Amplitude selbst ist. Eine mittlere Stromintensität von 10^{-8} Amp. ist noch merklich.

Vermöge dieser Eigenschaften bietet der Apparat die Möglichkeit auf Grund von Beziehungen, welche die Theorie für den Einfluss von Capazität, Selbstinduktion und Polarisation auf Wechselströme liefert, diese Grössen bequem und exakt zu zu messen.

Besonders wichtig ist der Apparat bei der Messung von Flüssigkeitswiderständen, da bei den bisherigen Methoden Fehler durch Polarisation der Elektroden nicht zu vermeiden sind. In Folge der Eigenschaft des Apparates nur auf eine Sinusschwingung zu reagiren, kann nach einem von Kohlrausch gemachten Vorschlage die Polarisation durch einen Selbstinductionscoefficienten compensirt werden, so dass man dann Flüssigkeitswiderstände so genau messen kann wie Drahtwiderstände, d. h. auf $^1/_{50}$ pCt.

Die Messung von Polarisationscoefficienten sind bisher noch wenig übereinstimmend gewesen, jedoch hofft der Vortragende bald bessere Resultate zu erhalten.

Hieran schloss sich eine objective Demonstration der Methode.

Hr. **O. Reichel** sprach dann

Ueber einen Vorlesungsversuch,

durch welchen, entsprechend seiner Ansicht, dass im Unterricht die Dynamik der Statik vorangehen sollte*), der Begriff des Drucks eines ruhenden schweren Körpers eine Beleuchtung vom Standpunkt der Bewegungslehre aus erfährt.

Eine Waage mit Hebelarmen von 20 cm hat eine Zunge, die sich unterhalb des Waagebalkens fortsetzt und mit einer kreisförmigen verticalen Scheibe von Blech (Durchmesser 14 cm) versehen ist, und zwar so, dass die Ebene der Scheibe rechtwinklig zur Richtung des Waagebalkens steht, und der Mittelpunkt der Scheibe einen Hebelarm von 20 cm hat. Unter anderem wurde die Waage mit einem Gewicht von 24 Gramm links belastet, während von rechts her ein unveränderlicher Wasserstrahl in horizontaler Richtung rechtwinklig gegen den Mittelpunkt der Scheibe floss. Mittelst Hahns wurde der Strahl so geregelt, dass die Waage Gleichgewicht zeigte. Alsdann wurde dieselbe aus dem Lager gehoben und die Parabel des Strahls beobachtet. Unter anderem konnte, wenn die von der Ausflussstelle aus gefällte Senkrechte als positive Abscissenachse und die Ausflussrichtung als positive Ordinatenachse gewählt war, für einen Punkt der Parabel geschätzt werden $x = 13{,}2$; $y = 54$; also, wenn v die Ausflussgeschwindigkeit der Wassertheilchen,

$$v = \sqrt{\frac{54^2}{13{,}2} \cdot \frac{981}{2}}.$$

Ferner wurde der Strahl eine Minute lang in ein Gefäss geleitet. Es ergaben sich 4355 Gramm Wasser; also, wenn m die Wassermenge bedeutet, welche während einer Sekunde auf die Scheibe gewirkt hatte,

$$m = 4355/60,$$

und daher

$$m.v = 23893.$$

*) vergl. Zeitschr. für phys. und chem. Unterr. Berlin b. Springer, August 1889 S. 265; und Verhandl. d. physikal. Gesellschaft zu Berlin, Mai 1890 S. 66.

Andererseits ist die Summe der unendlich kleinen Stosskräfte („Bewegungsgrössen"), welche die im Gleichgewicht gehaltenen 24 Gramm während einer Secunde erfahren würden, wenn sie frei fielen, gleich 24.981 oder

= 23544;

es zeigt sich also bis auf einen den nothwendigen Ungenauigkeiten bei der Herstellung sowie bei Beobachtung der Strahlcurve zuzuschreibenden Fehler, dass der Druck des ruhenden Gewichts auf dieselben unendlich kleinen Antriebe zurückführbar ist, mittelst deren man die Erscheinung des freien Falles deuten kann.

Die höchste derartige Abweichung bei einer Reihe von Beobachtungen betrug etwa 3 pCt.; Vortragender ist überzeugt, dass, wenn man Werth darauf legen wollte, dies Maximum durch Verfeinerung der Beobachtungs- und Herstellungsmittel noch erheblich verkleinert werden könnte.

In Betreff der Empfindlichkeit der Waage sei bemerkt, dass dieselbe bei 20 Gramm beiderseitiger Belastung einen merklichen Ausschlag auf 0,1 Gramm giebt.

Die Apparate hatte der Vortragende zum grösseren Theil durch Klempner-Arbeit herstellen lassen.

Noch sei erwähnt, dass das Wasser von der Scheibe nicht etwa zurückspritzt, sondern sich auf derselben nach allen Richtungen strahlenförmig ausbreitet, am oberen Rande einen dickeren Wulst bildet und zu beiden Seiten so wie vom tiefsten Punkt der Scheibe ruhig senkrecht abfliesst.

Abbildung und Beschreibung der Apparate werden erscheinen in der Zeitschr. f. phys. und chem. Unterr. Berlin b. Springer.

Mitgliederliste.

Im Jahre 1890 wurden in die Gesellschaft aufgenommen die Herren:
Dr. L. Grätz, Dr. C. L. Weber, Dr. H. Meyer, Dr. G. Meyer, Prof. Dr. V. Strouhal, Dr. O. Wiener, Dr. A. Heydweiller, Prof. Dr. K. Schering, Dr. G. Gruss, Dr. K. Prytz, Dr. D. Kreichgauer, Dr. P. Stäckel, Dr. H. Jahn, Prof. R. Pictet, Dr. A. Leman, Dr. C. Färber, Dr. M. Eschenhagen, Dr. V. Kremser, Dr. G. Lachmann, F. Mumme, F. von Hefner-Alteneck, Dr. E. v. Drygalski, Dr. P. Schafheitlin, Prof. K. Angström, Dr. C. Weltzien, Dr. L. Arons, Dr. H. E. J. G. du Bois, Dr. K. Scheel, Dr. A. Berliner, O. Baschin.

Dagegen verlor die Gesellschaft durch Tod:
Prof. Dr. Buys-Ballot, J. G. Halske, F. Gallenkamp, Dr. M. Henoch, Prof. Dr. Fr. Kruse.

Ihren Austritt aus der Gesellschaft erklärten die Herren:
Dr. Elsässer, Dr. E. Pirani und Dr. E. Sieg.

Am Ende des Jahres 1890 waren Mitglieder der Gesellschaft:

Hr. Dr. P. Andries*), SW., Oranienstrasse 123.
— Prof. K. Ångström in Stockholm.
— Prof. Dr. H. Aron, W., Bülowstrasse 107.
— Dr. L. Arons, NW., Kronprinzenufer 8.
— Artope in Elberfeld.
— Dr. R. Assmann, NW., Thurmstrasse 36.
— Dr. E. van Aubel in Brüssel.
— Prof. Dr. F. August, W., Schillstrasse 12.
— Prof. Dr. A. Auwers, SW., Lindenstrasse 91.

Hr. Prof. Dr. Avenarius in Kiew.
— O. Baschin, N., Swinemünderstrasse 1.
— Dr. Becker in Darmstadt.
— P. Benoit, SW., Wartenburgstrasse 23.
— A. Berberich, SW., Lindenstrasse 91.
— Dr. A. Berliner, SW., Puttkammerstrasse 9.
— Dr. G. Berthold in Ronsdorf.
— Prof. Dr. W. v. Bezold, W., Lützowstrasse 72.
— A. Blümel, SO., Melchiorstr. 22.
— Prof. Dr. R. Börnstein, W., Landgrafenstrasse 16.

*) Berlin ist im Verzeichnisse weggelassen.

Hr. Dr. H. Böttger, N., Schlegelstr. 3.
— Dr. H. E. J. G. du Bois, NW., Mittelstrasse 48.
— A. du Bois-Reymond in Westend bei Berlin, Ahorn-Allee 42.
— Prof. Dr. E. du Bois-Reymond, NW., Neue Wilhelmstrasse 15.
— Prof. Dr. L. Boltzmann in München.
— Prof. Dr. F. Braun in Tübingen.
— Prof. Dr. A. Brill in Darmstadt.
— Dr. W. Brix in Charlottenburg, Berliner Strasse 13/14.
— Dr. E. Brodhun in Charlottenburg, Leibnitzstrasse 78a.
— Prof. Dr. E. v. Brücke in Wien.
— Telegraphendirector Brunner in Wien.
— Prof. Dr. H. Bruns in Leipzig.
— Dr. E. Budde, NW., Lessingstrasse 18.
— F. Burckhardt in Basel.
— Dr. F. Caspary, NW., Invalidenstrasse 123.
— Prof. Dr. E. B. Christoffel in Strassburg i. E.
— Prof. Dr. O. Chwolson in St.-Petersburg.
— Dr. Dehms in Potsdam.
— Dr. C. Deite, SO., Elisabeth-Ufer 57.
— Prof. Dr. C. Dieterici in Breslau.
— Prof. Dr. Dietrich in Stuttgart.
— Dr. P. Drude in Göttingen.
— Dr. E. v. Drygalski, W., Flottwellstrasse 13.
— Dr. A. Ebeling, W., Derfflingerstrasse 24.
— Prof. Dr. E. O. Erdmann, S., Brandenburgstrasse 72.
— F. Ernecke, SW., Königgrätzerstrasse 112.
— Dr. M. Eschenhagen, W., Schinkelplatz 6.
— Dr. J. W. Ewald, W., Matthäikirchstrasse 28.
— Dr. C. Färber, SO., Elisabethufer 41.
— Dr. K. Feussner, NW., Klopstockstrasse 36.
— Prof. Dr. A. Fick in Würzburg.

Hr. Prof. Dr. R. Finkener, W., Burggrafenstrasse 2a.
— Prof. Dr. R. Franz, C., Alexanderstrasse 41.
— Dr. G. Freund, NW., Unter den Linden 69.
— Dr. O. Frölich, Westend bei Berlin, Kastanien-Allee 2.
— Prof. Dr. Fromme in Giessen.
— Prof. Dr. L. Fuchs, NW., Kronprinzenufer 24.
— R. Fuess, SW., Alte Jacobstrasse 108/109.
— Prof. Dr. J. Gad, SW., Grossbeerenstrasse 67.
— Dr. H. Gerstmann, SW., Schöneberger Ufer 17.
— Dr. W. Giese, W., Bülowstrasse 80.
— Dr. P. Glan, NW., Klopstockstrasse 65.
— Prof. Dr. E. Goldstein, W., Königgrätzerstrasse 92.
— Dr. L. Grätz in München.
— Dr. Th. Gross, W., Winterfeldstrasse 30a.
— Prof. Dr. P. Groth in München.
— Prof. Dr. Grotrian in Aachen.
— Dr. L. Grunmach, W., Schellingstrasse 5.
— Dr. G. Gruss in Prag.
— Prof. Dr. S. Günther in München.
— Dr. E. Gumlich in Charlottenburg, Grolmanstrasse 11.
— H. Hänsch, S., Stallschreiberstrasse 4.
— Dr. E. Häntzschel, W., Dennewitzstrasse 10.
— Prof. Dr. E. Hagen in Kiel.
— Prof. Dr. E. Hagenbach-Bischoff in Basel.
— Prof. Dr. M. Hamburger, NW., Karlstrasse 28.
— Prof. Dr. Hammerl in Innsbruck.
— G. Hansemann, W., Maassenstrasse 29.
— Prof. Dr. G. Hauck, W., Bülowstrasse 6.
— Dr. B. Hecht in Königsberg i. Pr.
— F. v. Hefner-Alteneck, W., Hildebrand'sche Privatstrasse 4.

Hr. Dr. G. Hellmann, W., Margarethenstrasse 2/3.
— Prof. Dr. H. v. Helmholtz, Charlottenburg, Marchstr. 25b.
— Dr. A. Hempel, SO., Schmidstrasse 2.
— Dr. K. Hensel, NW., Klopstockstrasse 39.
— Prof. Dr. H. Hertz in Bonn.
— Dr. A. Heydweiller in Würzburg.
— Prof. Dr. J. Hirschwald in Charlottenburg, Hardenbergstrasse 9.
— Dr. H. Hohnhorst, SW., Kleinbeerenstrasse 28.
— Prof. Dr. R. Hoppe, S., Prinzenstrasse 69.
— Dr. W. Howe in Westend bei Berlin, Kastanienallee 4.
— Prof. Dr. Hutt in Bernburg.
— Dr. W. Jaeger in Charlottenburg, Marchstrasse 25a.
— Dr. F. Jagor, SW., Enke-Platz 4.
— Dr. H. Jahn, NW., Hindersinstrasse 1.
— Dr. S. Kalischer, W., Lutherstrasse 51.
— Prof. Dr. G. Karsten in Kiel.
— Prof. Dr. H. Kayser in Hannover.
— Prof. Dr. E. Ketteler in Münster i. W.
— Prof. Dr. J. Kiessling in Hamburg.
— Prof. Dr. F. Klein in Göttingen.
— Prof. Dr. H. Knoblauch in Halle.
— Prof. Dr. A. König, NW., Flemmingstrasse 1.
— Dr. W. König in Leipzig.
— Dr. A. Köpsel, S., Kommandantenstrasse 46.
— Dr. F. Kötter, S., Annenstr. 1.
— Prof. Dr. F. Kohlrausch in Strassburg i. E.
— Prof. Dr. W. Kohlrausch in Hannover.
— Prof. Dr. G. Krech, S., Brandenburgstrasse 34.
— Dr. D. Kreichgauer in Charlottenburg, Marchstrasse 25a.
— Dr. V. Kremser in Friedrichshagen.

Hr. Dr. O. Krigar-Menzel, W., Sigismundstrasse 3.
— Prof. Dr. H. Kronecker in Bern.
— Prof. Dr. L. Kronecker, W., Bellevuestrasse 13.
— Prof. Dr. A. Kundt, NW., Neue Wilhelmstrasse 16.
— Dr. G. Lachmann, SW., Puttkammerstrasse 10.
— Prof. Dr. E. Lampe, W., Kurfürstenstrasse 139.
— Prof. Dr. H. Landolt, W., Königgrätzerstrasse 123b.
— Prof. Dr. C. Lange, W., Kleiststrasse 5.
— Dr. J. Lange, SW., Möckernstrasse 85.
— Dr. A. Leman, NW., Rathenowerstrasse 84.
— Dr. E. Less, NW., Albrechtstrasse 18.
— Prof. Dr. Lieberkühn in Marburg.
— Prof. Dr. Liebisch in Göttingen.
— Prof. Dr. O. Liebreich, W., Margarethenstrasse 7.
— Dr. St. Lindeck in Charlottenburg, Leibnitzstrasse 7.
— Dr. E. Loew, SW., Grossbeerenstrasse 1.
— Prof. Dr. C. Ludwig in Leipzig.
— Prof. Dr. E. Lommel in München.
— Dr. G. Lübeck, N., Prenzlauer Allee 4.
— Dr. R. Lüpke, N., Invalidenstrasse 114.
— Dr. O. Lummer in Charlottenburg, Leibnitzstrasse 72.
— Dr. G. Meyer in Freiburg i. B.
— Dr. H. Meyer in Göttingen.
— Prof. Dr. O. E. Meyer in Breslau.
— Dr. W. Meyer, NW., Alt-Moabit 133.
— Dr. C. Michaelis in Potsdam.
— Dr. P. Micke, W., Kleiststrasse 18/19.
— Dr. James Moser in Wien.
— Prof. Dr. F. Müller, NW., Birkenstrasse 3.
— Dr. R. Müller, SW., Grossbeerenstrasse 18.